

**ANLIK GÖRÜNTÜDEN NESNE ÇIKARIMI VE OTOMATİK NESNE  
TAKİBİ UYGULAMASI**

**GÖKAY GÖKSER GÜL**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ**

**TOBB EKONOMİ VE TEKNOLOJİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ARALIK 2009**

**ANKARA**

Fen Bilimleri Enstitü onayı

---

Prof. Dr. Ünver KAYNAK

Müdür

Bu tezin Yüksek Lisans derecesinin tüm gereksinimlerini sağladığını onaylarım.

---

Doç. Dr. Erdoğan DOĞDU

Anabilim Dalı Başkanı

GÖKAY GÖKSER GÜL tarafından hazırlanan ANLIK GÖRÜNTÜDEN NESNE ÇIKARIMI VE OTOMATİK NESNE TAKİBİ UYGULAMASI adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

---

Yrd. Doç. Dr. Ahmet. Murat ÖZBAYOĞLU

Tez Danışmanı

Tez Jüri Üyeleri

Başkan : Yrd.Doç. Dr. Osman ABUL

Üye: Yrd. Doç. Dr.Bülent GÜMÜŞ

Üye:Yrd.Doç.Dr.AhmetMuratÖZBAYOĞLU

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Gökay Gökser GÜL

<b>Üniversitesi</b>	<b>: TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi</b>
<b>Enstitüsü</b>	<b>: Fen Bilimleri</b>
<b>Anabilim Dalı</b>	<b>: Bilgisayar Mühendisliği</b>
<b>Tez Danışmanı</b>	<b>: Yrd. Doç. Dr. A.Murat ÖZBAYOĞLU</b>
<b>Tez Türü ve Tarihi</b>	<b>: Yüksek Lisans – Aralık 2009</b>

**Gökay Gökser GÜL**

## **ANLIK GÖRÜNTÜDEN NESNE ÇIKARIMI VE OTOMATİK NESNE TAKİBİ UYGULAMASI**

### **ÖZET**

Gerçek zamanlı video görüntülerinin analiz edilerek işlenmesi kamu güvenliği, önleyici hizmetler, olay tespit ve takip, trafik gözetleme ve sınır güvenliği gibi yüksek doğruluk ve güvenilirlik oranına ihtiyaç duyan sistemler için güvenilir teknikler olarak kabul edilmiştir. Yapılan bu çalışmada gerçek zamanlı video çerçeveleri üzerinde arka plan çıkarımı ( Background Subtraction ) yöntemi ile hareketli nesnelere tespit edilerek genel dış hatları belirlenmektedir. Hareketli nesnelere üzerinde detaylı dış hatları belirlenmesi için, arka plan çıkarımında elde edilen görüntü üzerinde belirlenen eşik değeri (Image Threshold) altında değerlere sahip bölgeler ihmal edilerek daha etkili bir yapı oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu çalışmada kullanılan video çerçeveleri üzerinde hareket eden nesnelere tespit edilmesinde kullanılan arka plan çıkarım metodunun nesne genel hatları hakkında güvenilir bilgi verdiği belirlenmiştir.

Hareket eden nesnelere yerlerinin belirlenmesinden sonra her bir video çerçevesi için aynı teknikler kullanılarak hareketli nesnelere bütün görüntü boyunca izlenmesi sağlanmıştır. Çalışma boyunca nesne hareketlerinin bütün video çerçeveleri boyunca analiz edilerek genel bir hareket şablonu belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu sayede nesnenin görüntülenmemesi durumunda daha önceden oluşturulan hareket şablonu yardımı ile nesnenin bulunması gereken pozisyon tahmin edilmektedir. Çalışma süresince en önemli amaçlardan birisi olan nesne görüntüsünün engellenmesi durumunda (Occlusion) takip işleminin devam edebilmesi için özel olarak geliştirilmiş hareket analiz algoritmaları kullanılmıştır. Kullanılan yapıda nesne ile kamera arasına giren engelin nesne görüntüsünü kısmen veya tamamen engellemesi durumları dâhil nesne takibi yapılabilmektedir. Çalışma sonucunda elde edilen istatistiksel değerlerin incelenmesi sonucunda video çerçeveleri boyunca nesne takibinin başarı ile yapılabildiği gözlemlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Nesne Takibi, Görüntü Eşik Değeri, Arka Plan Çıkarımı, Hareket Şablonu

**University** : TOBB Economics and Technology University  
**Institute** : Institute of Natural and Applied Sciences  
**Science Programme** : Computer Engineering  
**Supervisor** : Asst. Prof. Dr. Ahmet Murat ÖZBAYOĞLU  
**Degree Awarded and Date:** M.Sc. – December 2009

**GÖKAY GÖKSER GÜL**

**OBJECT EXTRACTION FROM REAL TIME VIDEO IMAGE AND AN  
AUTOMATED OBJECT TRACKING APPLICATION**

**ABSTRACT**

Real time video processing is known as composition of reliable techniques for applications such as national border security, traffic monitoring, event detection and public security which requires high reliability and correctness rates. The objective of this study is to track moving objects in real time video images. Background subtraction techniques are applied on the real time video images in order to detect lines and borders of moving objects. Image threshold techniques are applied onto background subtraction result and pixel values which are below the image threshold are omitted to increase the efficiency of the developed algorithm. In this study it is observed that background subtraction and image threshold techniques generate satisfactory results for moving object detection in real time video images. Occlusion handling is one of the key purposes of the study, special movement algorithms are used for occlusion handling such as movement template generation. Movement template generation is used to handle occlusion by generating movement template; position estimation of the object can be done when the moving object is occluded by an obstacle or become invisible from the camera's view. It is also observed that it is possible to generate successful outputs fro tracking moving objects in the video frames, even when the moving object is partially or entirely occluded by an obstacle. The classification results and the values of statistical parameters indicated that the combination of

background subtraction and movement template generation for moving objects results feasible outputs for real time video object tracking.

**Keywords:** Object Tracking, Image Threshold, Background Subtraction, Movement pattern.

## TEŞEKKÜR

Çalıőmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Ahmet Murat ÖZBAYOĞLU'na, Lisans ve Yüksek lisans eğitimlerime başlamam ve devamları süresince yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen çok değerli hocam Prof. Dr. Ali YAZICI' ya, eğitim sürem boyunca sonsuz desteklerini her zaman yanımda hissederek kendimi güçlü hissetmeme sebep olmalarından dolayı canım aileme ve son olarak çalıőmalarım boyunca sabrı, fedakârlığı ve her koşulda sonsuz desteği için Esin'e teşekkürü bir borç bilirim.



## İÇİNDEKİLER

TEZ BİLDİRİMİ .....	iii
ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	vi
TEŞEKKÜR .....	viii
İÇİNDEKİLER .....	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ .....	xii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ .....	xiii
KISALTMALAR .....	xvi
SEMBOL LİSTESİ .....	xvii
BÖLÜM I .....	1
1. GİRİŞ .....	1
1.1 Problem Tanımı .....	3
1.2 Mevcut Örnekler .....	4
BÖLÜM II .....	6
2. GENEL BİLGİLER .....	6
2.1 Nesne Tespit Yöntemleri .....	6
2.1.1 Arka Plan Çıkarımı .....	6
2.1.2 Bölümlere Ayırma ( Segmentasyon ) .....	9
2.1.2.1 Ortalama Kaydırma Öbeklemesi .....	9
2.1.2.2 Eşik Değerlerini Kullanarak Bölümleme .....	9
2.2 Nesne Gösterimi .....	11
2.2.1 Noktalar .....	11
2.2.2 Uygun Geometrik Kalıplar .....	11
2.2.3 Dış Çizgiler ve Siluet .....	12
2.2.4 Parçalara Ayırma .....	13
2.2.5 İskelet .....	13

2.3 Nesne Takibi İçin Özellik Seçimi .....	14
2.3.1 Renk.....	14
2.3.2 Kenarlar .....	16
2.3.3 Optik Akış .....	18
2.4 Nesne İzleme Metotları .....	19
2.4.1 Model Tabanlı İzleme .....	20
2.4.2 Özellik Tabanlı İzleme .....	23
2.4.3 Bölgeye Dayalı İzleme .....	26
2.4.4 Aktif Dış hatlar Tabanlı İzleme .....	30
2.4.5 Diğer İzleme Metotları .....	32
BÖLÜM III.....	33
3. ÇALIŞMA .....	33
3.1 Varsayımlar .....	33
3.2 Çalışmanın Amacı.....	33
3.3 Geliştirme ve Test Ortamı .....	34
3.3.1 Kullanılan Sistemler.....	34
3.3.2 Kamera ve Video Formatı .....	34
3.4 Geliştirilen Yöntem .....	35
3.4.1 Hareketli Nesnelerin Belirlenmesi .....	35
3.4.2 Kullanılan Nesne Gösterim Metodu.....	37
3.4.3 Kullanılan Nesne İzleme Metodu .....	38
3.5 Hareket Analizi ve Tahmini .....	41
3.5.1 Hareket Analizi .....	41
3.5.2 Hareket Şablonu Belirlenmesi ve Hareket Haritası Çıkarımı .....	44
BÖLÜM IV.....	45
4. UYGULANAN TESTLER VE SONUÇLARI.....	45

4.1 Analiz Metodolojisi .....	45
4.2 Grafiksel Gösterim Ve Yorumlama .....	46
4.3 Engelsiz Ortam .....	47
4.4 Engelli Ortam .....	53
BÖLÜM V .....	58
5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA .....	58
5.1 Sonuçlar .....	58
5.2 Geleceğe Yönelik Çalışmalar .....	60
KAYNAKLAR.....	62
EKLER.....	67
ENGELSİZ ORTAM.....	68
EK A Engelsiz Ortam 1. Deney Verileri .....	69
EK B Engelsiz Ortam 2. Deney Verileri .....	71
EK C Engelsiz Ortam 3. Deney Verileri .....	73
ENGELLİ ORTAM .....	75
EK D Engelli Ortam 1. Deney Verileri .....	76
EK E Engelli Ortam 2. Deney Verileri.....	78
EK F Engelli Ortam 3. Deney Verileri .....	80
ÖZGEÇMİŞ .....	82

## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

<b>Çizelge</b>	<b>Sayfa</b>
Çizelge 3.1. Geliştirme ve Test Donanımları	34
Çizelge 3.2. İlk on video çerçevesi boyunca nesne koordinatları	42
Çizelge 3.3. İlk 31 video çerçevesi boyunca x eksen koordinatları	43
Çizelge 3.4. İlk 31 video çerçevesi boyunca y eksen koordinatları	43

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1 Nesne İzleme Sistem Bileşenleri	2
Şekil 2.1 $f_t$	7
Şekil 2.2 $f_{t-1}$	7
Şekil 2.3 $ f_t - f_{t-1} $ Mutlak Fark	7
Şekil 2.4 Yüksek Eşik Değeri	7
Şekil 2.5 Düşük Eşik Değeri	7
Şekil 2.6 Normal Görüntü	10
Şekil 2.7 Yüksek Eşik Değeri	10
Şekil 2.8 Normal Eşik Değeri	10
Şekil 2.9 Merkezi Noktalama	11
Şekil 2.10 Çoklu Noktalama	11
Şekil 2.11 Uygun Geometrik Kalıplar ile Gösterim	11
Şekil 2.12 Genel Dış Yüzey Çizgileri	12
Şekil 2.13 Detaylı Dış Çizgiler	12
Şekil 2.14 Nesne Silueti	12
Şekil 2.15 Parçalara Ayırarak Gösterim	13
Şekil 2.16 İskelet Modellemesi	13
Şekil 2.17 RGB Renklerinin Sayısal Ortamda Algılanması	15
Şekil 2.18 Farklı Tonların Sayısal Ortamda Algılanması	15

Şekil 2.19 Kenar Tespiti ve Hareketli Nesne Çıkarımı	17
Şekil 2.20 Yatay ve Dikey Doldurma İşlemi	18
Şekil 2.21 Araç Parametreleri	20
Şekil 2.22 Araç Çeşitleri	20
Şekil 2.23 V4R Girdi-Çıktı Şeması	22
Şekil 2.24 Kullanılan Maskeleye Teknikleri	26
Şekil 2.25 İzleme Mimarisi Akış Diyagramı	28
Şekil 3.1 Mutlak Fark Kullanarak Dış Hatların Belirlenmesi	35
Şekil 3.2 Nesne Gösterimi	37
Şekil 3.3 Nesne Dış Hatları	38
Şekil 3.4 Belirlenen Dış Hatlar	39
Şekil 3.5 x ve y Eksenleri Boyunca Nesne Koordinatları	41
Şekil 4.1 Hareket Grafiği Açıklaması	46
Şekil 4.2 Engelsiz Ortamda Cisim Merkezi	47
Şekil 4.3 Engelsiz Ortam Deney 1 X Sapma Değerleri	49
Şekil 4.4 Engelsiz Ortam Deney 1 Y Sapma Değerleri	49
Şekil 4.5 Engelsiz Ortam Deney 1 X –Y Eksenleri Tahmin Sapma Yüzdesi	49
Şekil 4.6 Engelsiz Ortam Deney 2 X Sapma Değerleri	50
Şekil 4.7 Engelsiz Ortam Deney 2Y Sapma Değerleri	50
Şekil 4.8 Engelsiz Ortam Deney 2 X –Y Eksenleri Tahmin Sapma Yüzdesi	50
Şekil 4.9 Engelsiz Ortam Deney 3 X Sapma Değerleri	51
Şekil 4.10 Engelsiz Ortam Deney 3 Y Sapma Değerleri	51
Şekil 4.11 Engelsiz Ortam Deney 3 X –Y Eksenleri Tahmin Sapma Yüzdesi	51

Şekil 4.12 Engelli Ortam	53
Şekil 4.13 Engelli Ortam Deney 1 X Sapma Değerleri	54
Şekil 4.14 Engelli Ortam Deney 1 Y Sapma Değerleri	54
Şekil 4.15 Engelli Ortam Deney 1 X –Y Eksenleri Tahmin Sapma Yüzdesi	54
Şekil 4.16 Engelli Ortam Deney 2 X Sapma Değerleri	55
Şekil 4.17 Engelli Ortam Deney 2 Y Sapma Değerleri	55
Şekil 4.18 Engelli Ortam Deney 2 X –Y Eksenleri Tahmin Sapma Yüzdesi	55
Şekil 4.19 Engelli Ortam Deney 3 X Sapma Değerleri	56
Şekil 4.20 Engelli Ortam Deney 3 Y Sapma Değerleri	56
Şekil 4.21 Engelli Ortam Deney 3 X –Y Eksenleri Tahmin Sapma Yüzdesi	56
Şekil 5.1 Engelsiz Ortam Ortalama Performans Değerleri	58
Şekil 5.2 Engelli Ortam Ortalama Performans Değerleri	58
Şekil 5.3 Algoritma Karma Ortalama Performans Değerleri	59

## KISALTMALAR

### Kısaltmalar Açıklama

<b>RGB</b>	Kırmızı-Yeşil- Mavi Renkleri
<b>BW</b>	Black White Renk formatı
<b>KLT</b>	Kanade Lucas Tomasi Algoritması
<b>QHCF</b>	Quad-Tree Highest Confidency First Algoritması
<b>3-D</b>	Üç Boyutlu Gösterim
<b>HSV</b>	Hue Saturation, Value
<b>IWLS</b>	Iterative Weighted Least Squares
<b>HCI</b>	Human Computer Interaction
<b>MAE</b>	Mean-Absolute-Error
<b>GPS</b>	Global Positioning System
<b>INS</b>	Inertial Navigation System



## SEMBOL LİSTESİ

Bu çalışmada kullanılmış olan simgeler açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
$f_t$	t numaralı video çerçevesi
$f_{t-1}$	t-1 numaralı video çerçevesi
$\tau$	Eşik değeri
$ f_t - f_{t-1} $	Mutlak Fark
$\alpha$	Öğrenme oranı
$B_i$	i numaralı video çerçevesinin arka planı
$G_y$	Dikey (Y) eksenindeki birincil türev
$G_x$	Yatay (X) eksenindeki birincil türev
$G$	Kenar Eğimi
$\Theta$	Eğim yoğunluğu
$f_x = \frac{\partial f}{\partial x}, f_y = \frac{\partial f}{\partial y}, f_t = \frac{\partial f}{\partial t}$	x,y,t değerlerinin zaman değişkenine göre türev değerleri
$u = \frac{d_x}{d_t}, v = \frac{d_y}{d_t}$	x ve y eksenlerinde zamana bağlı türev değerleri
$v$	Hız
$w$	sabit açısal hız ( $\Theta$ açısında)
$P$	anlık pozisyonu (t anında)
$\lambda$	eşik değeri
$\mu_x$	S pikselinin bulunduğu bölgenin yoğunluk ortalaması
$y_s$	S pikselinin yoğunluk değeri
$U_N(s)$	S pikselinin enerji fonksiyonu
$U_E(s)$	Kenar sabitinin enerji fonksiyonunu göstermektedir.
$E_{int}$	dâhili enerji fonksiyonu
$\alpha(s)$	Hareketli nesnelerin dış hat elastikiyet değeri
$\beta(s)$	Hareketli nesnelerin dış hat katılık değeri

**İndisler**      **Açıklama**

**Üsler**      **Açıklama**

## BÖLÜM I

### 1. GİRİŞ

Nesne izleme sistemleri ihtiyaç duyulan duruma göre hareketli veya sabit kamera sistemlerini kullanarak video çerçeveleri içerisinde hareket eden bir veya daha fazla sayıdaki hareketli nesne/nesnelerin yerlerinin belirlenerek izlenmesi için kullanılan teknikler bütünü olarak tanımlanabilir. Mevcut sistemlerde nesnelerin izlenebilirliği birbirini takip eden video çerçeveleri arasında çeşitli analiz metotları kullanılarak çerçeveler arasındaki farklılıkları tespit eden algoritmalar yardımı ile sağlanmaktadır.

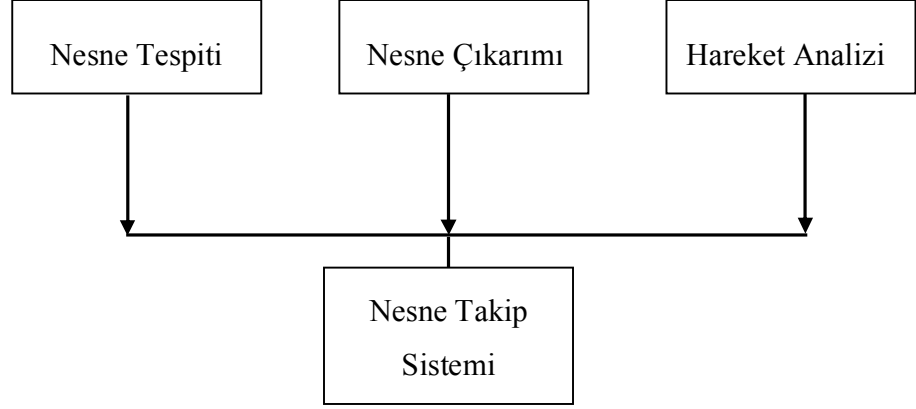
Nesne izleme sistemleri; nesne tanıma, yapay zekâ ve hareket algılama gibi birden fazla farklı yöntemlerin birbirleri ile uyumlu hale gelmesinden oluşmaktadır. Bu yöntemlerin etkili ve uyumlu kullanımı arttıkça sistemlerin doğruluk oranı artmakta ve bununla beraber sistemlerin güvenilirlik düzeyi de yükselmektedir.

Otomatik nesne tanıma ve izleme günümüzde birçok nesne izleme sisteminin en önemli bileşenlerinden birisi olarak kabul edilmektedir. [1].

Şekil 1.1’de görüldüğü üzere nesne izleme sistemleri altyapısı genel olarak;

- Hareket eden nesnelere tespit etme
- Nesne Çıkarımı (İzleme edilmek istenen nesneyi ayırt etme)
- İzlenen nesne hareketlerini analiz etme

bileşenlerinden oluşmaktadır.



Şekil 1.1 Nesne İzleme Sistem Bileşenleri

Nesne izleme sistemlerinde hareket eden nesnenin tespiti video analizi ve diğer analiz safhaları için temel adım olarak kabul edilebilir. Hareket eden nesnenin tespit edilmesi ile beraber arka planda yer alan hareketsiz bölgeler analiz dışında tutularak hesaplama zamanını ve karmaşıklığını büyük oranda azaltmak mümkündür. Literatürde yoğun olarak kullanılan nesne tespit metotları arka plan çıkarımı, istatistiksel modelleme ve optik akış olarak sıralanabilir[2].

Gelişen teknoloji ve beraberinde artan güvenlik ihtiyaçları nedeni ile nesne izleme sistemlerinin kullanımı her geçen gün artmaktadır. Yılmaz, Javed ve Shah [3] e göre nesne izleme sistemlerinin en yoğun olarak kullanıldığı noktalar;

- Hareket Tabanlı (Motion Based) Tanıma
- Otomatik gözetleme sistemleri
- Video İndeksleme
- Bilgisayar-İnsan etkileşimi
- Trafik gözetleme ve kontrol sistemleri

olarak sıralanmaktadır.

Nesne izleme sistemleri günümüzde yoğun olarak genel, ticari ve güvenlik amaçları ile kullanılmaktadır. Nesne izleme sistemlerinin kullanım senaryolarından bazıları şu şekilde sıralanabilir [4-10];

Akıllı Video veri madenciliği;

- Spor karşılaşmalarında istatistik üretilmesi

Trafik Gözetleme ve takip sistemleri;

- Araç hız ve plaka tespiti
- Kırmızı ışık ve şerit ihlalleri

Askeri Güvenlik;

- Ulusal Sınır Koruma
- Askeri üs çevrelerinin gözetlenmesi
- Muharebe alanı komuta kontrol ve gözetleme sistemleri

### **1.1 Problem Tanımı**

Geliştirilen her bir nesne izleme uygulaması içerisinde bulundurduğu algoritmalar ve kullanılan teknolojilere bağlı olarak karmaşık bir yapıya sahiptir. Nesne izleme sistemlerinde karşılaşılan en önemli zorluklar;

- Üç boyutlu ortamdaki nesnelerin iki boyuta dönüştürülmesi esnasında oluşan veri kayıpları
- Görüntüler üzerindeki gürültü
- Karmaşık nesne hareketleri
- Karmaşık nesne şekilleri
- Sahne ve ışık değişimleri
- Gerçek zamanlı veri işleme gereksinimleri

olarak sıralanabilir.

Nesne izleme sistemlerinde yukarıda belirtilen engellerin aşılabilmesi için kullanılan algoritmaların etkili ve sistemin çalışma hızını yavaşlatmayacak şekilde tasarlanması gerekmektedir.

## 1.2 Mevcut Örnekler

Güvenlik kameraları ve diğer nesne izleme sistemlerinde izlenmesi istenen cismin boyut, biçim, renk gibi özelliklerinin sistemin genel performansını doğrudan etkilediği bugüne kadar yapılan araştırmalarda ortaya konulmuştur [29-31]. Nesne özelliklerinin izleme sistemine doğrudan etkisi bilindiği için mevcut sistemlerde takip kontrolünün sağlanması için deneyimli bir operatöre ihtiyaç duyulmaktadır. Diğer yandan bu kontrol yöntemi gözlemsel yeteneğe ihtiyaç duyduğu ve bilimsel bir analiz yöntemi kullanmadığı için her zaman etkili sonuçlar vermeyebilir.

İzlenilmesi istenen nesnelerin boyut, biçim, renk gibi görsel özelliklerinin çıkarılabilmesi ve bu verilerin işlenebilmesi için bugüne kadar birçok araştırma yapılmıştır. Ele alınan nesnelerin özellikleri, araştırmalara ve günlük olaylara göre farklılık gösterdiği için genel bir model ortaya çıkarmak mümkün değildir.

Yapılan çalışmada nesnelerin görsel özelliklerine dair herhangi bir modelleme yapılmadan, nesnenin sabit kamera görüş alanı içerisinde bulunduğu süre içerisinde önceki video çerçevelerinde yaptığı hareketlerin analizi yapılarak takip eden video çerçevelerinde yerinin tahmin edilmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada öncelik izlenecek olan nesneyi tespit ederek ilerleyen video çerçevelerinde nesnenin fiziksel değişime uğraması veya bir engelle karşılaşarak kısmen ya da tamamen kamera görüş alanından çıkması durumu da dâhil olmak üzere izleme işlemini zorlaştıran koşullarla karşılaşılması durumlarında nesnenin önceki hareketlerin analiz edilmesi ve bu hareketlere göre tahmini olarak nesnenin bulunacağı yerin hesaplanması amaçlanmıştır.

Tezin içeriği şu şekilde düzenlenmiştir. 2. bölümde video ortamında nesne izleme işlemleri ile ilgili genel bilgiler yer almakta; nesne tespit yöntemleri, nesne gösterim metotları, nesne takibinde kullanılacak özelliklerin seçilmesi ve nesne izleme metotları, 3. bölümde yapılan çalışma ve amacı, geliştirme ve test ortamı, geliştirilen yöntem ve aşamaları, 4. bölümde yapılan çalışmaya uygulanan testler ve sonuçları incelenerek yorumlanmış ve çalışmanın son kısmı olan 5. bölümde

ise sonuçlar incelenerek geleceğe yönelik çalışmalar için izlenecek yöntemler hakkında ipucu vermeye çalışılmıştır.

## BÖLÜM II

### 2.GENEL BİLGİLER

#### 2.1 Nesne Tespit Yöntemleri

Nesne tespit yöntemleri hareket eden nesnelerin çeşitli yöntemler kullanılarak video çerçeveleri içerisinde belirlenmesi amacı ile kullanılmaktadır. Çalışmanın ilerleyen bölümleri yaygın olan nesne izleme yöntemleri ile ilgili detaylı bilgileri içermektedir.

##### 2.1.1 Arka Plan Çıkarımı

Video çerçeveleri içerisinde hareket eden nesnelerin tespit edilmesi hareketsiz arka plan modelinin belirlenip mevcut çerçeveden çıkarılmasıyla yapılabilir. Video çerçevesi içerisinde arka plan modelinden farklı olan her piksel değişimi hareket eden nesnelere gösterir.

Heikkila ve Silven [11] video çerçeveleri içerisinde bulunan herhangi bir piksel değerini

$$|f_t - f_{t-1}| > \tau$$

$f_t$  = t numaralı video çerçevesi

$f_{t-1}$  = t-1 numaralı video çerçevesi

$\tau$  = eşik değeri

koşulunu sağlaması ile ön plan olarak adlandırmışlardır.





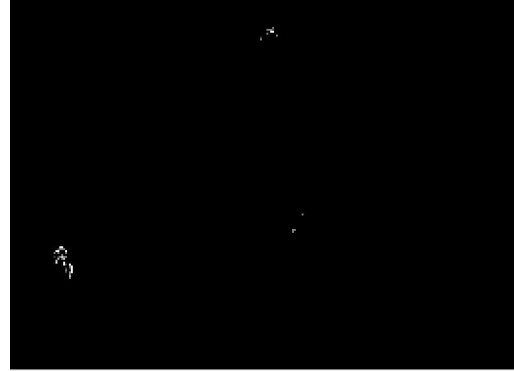
Şekil 2. 1.  $f_t$



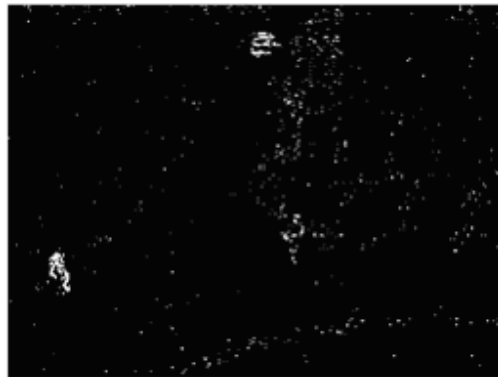
Şekil 2. 2.  $f_{t-1}$



Şekil 2. 3.  $|f_t - f_{t-1}|$  Mutlak Fark



Şekil 2. 4. Yüksek Eşik Değeri



Şekil 2. 5. Düşük Eşik Değeri

Kullanılacak olan eşik değerinin ( $\tau$ ) belirlenmesi sırasında çok yüksek (Şekil 2.4) veya çok düşük (Şekil 2.5) eşik değerlerinin seçilmesi durumunda elde edilecek mutlak fark değeri elde edilmek istenen değerin altında veya üzerinde olacaktır. Velastin [12] tarafından ortaya konulan metoda göre herhangi bir video çerçevesi için arka plan kendisinden önce gelen n video çerçevesinin ortalamasıdır.

$$B_{i+1} = \alpha * f_i + (1 - \alpha) * B_i$$

$\alpha$  = öğrenme oranı (genellikle 0.05)

$f_i$  = Video çerçevesi i

$B_i$  = i numaralı çerçevenin arka planı

Yüksek verimlilikte çalışacak olan arka plan çıkarım algoritması;

- Işık Değişimleri
- Ufak Kamera Hareketleri
- Ortamda bulunan diğer hareketler ( Ağaç yaprakları, dalgalar vb.)

gibi çevresel faktörlerden etkilenmeyecek şekilde tasarlanmalıdır.

Arka plan çıkarımında en yaygın olarak kullanılan diğer metotlara örnek olarak

- Gauss Karışımı [13]
- Kernel Yoğunluk Hesaplamaları[14]
- Ortalama Kaydırma Öbeklemesi [15]

verilebilir.

### **2.1.2 Bölümlere Ayırma ( Segmentasyon )**

Bölümlere ayırma yöntemini kullanan algoritmalarda amaç, görüntüyü birbiri ile anlamsal ilişkisi olduğu düşünülen benzer bölgelere ayırarak hareketli nesnelerin tespitini sağlamaktır. Görüntü üzerinde anlamsal ilişki kurabilmek için görüntü üzerinde bulunan renk ve piksel değerlerinden faydalanılmaktadır. Kullanılan belli başlı güncel bölümlere ayırma algoritmaları 2.1.2.1. ve 2.1.2.2. bölümlerde açıklanmıştır.

#### **2.1.2.1 Ortalama Kaydırma Öbeklemesi**

Comanicu ve Meer [16] tarafından geliştirilen ortalama kaydırma öbeklemesi adlı algoritmada; öbeklerin merkezlerinin belirlenen ortalamalarda kaydırılması ile birbiri ile ilişkili bölümlerin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Algoritmaya göre  $[I,U,V,X,Y]$  uzayında;

$[I,U,V]$ : Görüntü renk değerlerini,

$[X,Y]$ : Görüntü üzerindeki öbeklerin piksel değerlerini gösterecek yapıda ele alınmıştır.

Genel yapıya bakılacak olursa, öbeklerin merkezi verilen görüntü üzerinden rastgele seçilmekte ve sonrasında bu seçilen öbeklerin renk değerlerinin ortalaması alınarak öbek merkezinin kendi değerlerine en yakın piksel değerlerine ulaşana kadar kaydırılması ile görüntüyü bölümlere ayırmak amaçlanmıştır.

#### **2.1.2.2 Eşik Değerlerini Kullanarak Bölümleme**

Eşik değerleri bölümlere ayırmada sıkça kullanılan etkili bir yöntemdir [17]. Eşik değerlerini kullanarak bölümlere ayırmada amaç görüntüyü ikili (0,1) görüntü haline getirebilmektir. İkili görüntüde yer alan her piksel değeri 0 veya 1 değerine sahip olmasından dolayı önceden belirlenen eşik değeri ile

karşılaştırılarak hareketli nesnelerin tespiti yapılabilmekte, gerek duyulmayan bölümler hesaplama karmaşıklığını azaltmak için ihmal edilmektedir.

Eşik değerlerini kullanarak bölümlenmede kullanılan genel yapı;

$$f_t(x, y) = \begin{cases} 1, & f(x, y) \geq T \\ 0, & f(x, y) < T \end{cases}$$

formülü ile gösterilebilir.

Belirlenecek olan piksel eşik değeri algoritmanın etkili ve doğru çalışabilmesi için önemlidir. Doğru belirlenmeyen eşik değeri Şekil 2.7'de görüleceği üzere sağlıksız sonuçlar elde edilmesine sebep olabilir.



Şekil 2.6 Normal Görüntü



Şekil 2.7 Yüksek Eşik Değeri



Şekil 2.8 Normal Eşik Değeri

## 2.2 Nesne Gösterimi

Nesne izleme sistemlerinde izlenecek olan nesnenin gösterimi görsellik açısından olduğu gibi uygulama kolaylığı açısından da farklılık gösterebilmektedir. Yılmaz, Javed ve Shah [3] 'a göre izleme sistemlerinde kullanılan nesne gösterim metotları 2.2.1-2.2.5. bölümlerde açıklanmıştır.

### 2.2.1 Noktalar

Noktalar ile yapılan nesne gösteriminde nesnelerin merkezine ya da önceden belirlenmiş olan yerleri işaretlenerek cismin belirginleştirilmesi amaçlanır.



Şekil 2. 9. Merkezi Noktalama



Şekil 2. 10. Çoklu Noktalama

Noktalar ile gösterim video çerçevesi içerisinde çok küçük yer kaplayan nesnelerin gösterimi için uygundur.

### 2.2.2 Uygun Geometrik Kalıplar

Uygun geometrik kalıplar ile yapılan gösterim, nesneyi geometrik şekline en yakın geometrik kalıp içerisine sokarak yapılan gösterim şeklidir.



Şekil 2. 11. Uygun Geometrik Kalıplar ile Gösterim

Geometrik kalıp kullanarak nesne gösterimi araç gibi şekilleri katı ve değişmeyen nesnelere için uygundur.

### 2.2.3 Dış Çizgiler ve Siluet

İzlenecek olan nesnenin genel dış hatlarının çıkartılması ile yapılan nesne gösterim şeklidir.



Şekil 2. 12. Genel Dış Yüzey Çizgileri



Şekil 2. 13. Detaylı Dış Çizgiler

Genel hatları ile nesnenin dış çizgilerinin çizilmesinden/belirlenmesinden sonra bu çizgilerin içerisinde kalan kısım nesnenin silueti olarak adlandırılır.

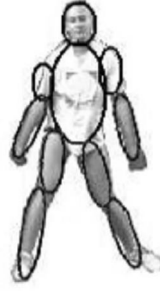


Şekil 2. 14. Nesne Silueti

Nesnelerin siluet ve dış çizgiler ile gösterimi daha çok şekilleri değişen karmaşık nesnelere için uygundur.

#### 2.2.4 Parçalara Ayırma

Nesnelerin uygun noktalardan veya eklem yerlerinden çeşitli bölümlere ayrılarak uygun olan geometrik şekiller ile gösterim şeklidir. Parçalara ayırarak gösterim insan, hayvan ve buna benzer hareketli nesnelerin gösterimi için uygundur.



Şekil 2. 15. Parçalara Ayırarak Gösterim

#### 2.2.5 İskelet

Nesnenin silüetine çeşitli metotlar uygulayarak elde edilen genel yapı iskelet olarak tanımlanabilir.



Şekil 2. 16. İskelet Modellemesi

İskelet modellemesi tanımlanacak olan nesnenin durumuna bağlı olmakla beraber uygun olması durumunda katı şekilli nesnelere ve diğer nesne gösterimlerinde kullanılabilir.

Uygun nesne gösterimi sistemlerinin kullanılabilirlik ve performans yönetimi konusunda belirleyici rol oynamaktadır. Bu nedenle sistem tasarım safhasında uygun olan gösterim metodunun seçilmesi önemlidir.

## **2.3 Nesne Takibi İçin Özellik Seçimi**

İzlenecek olan nesneye ait özelliklerin doğru olarak belirlenmesi sistemlerin işleyişi ve performansı açısından çok önemlidir. Özellik seçiminde amaç, izlenecek nesneye ait olan ve onu ortamda bulunan arka plan ve diğer hareketli nesnelere ayırt edebilecek özelliklerin tespit edilerek ilerleyen video çerçevelerinde kullanılmasıdır.

Özellik seçiminde, nesneyi ortamdaki diğer hareketli nesnelere ayırt edebilecek renk, kenarlar, doku ve optik akış gibi belirgin özellikler kullanıldığı gibi bu özelliklerin birleşimlerini de kullanarak daha etkili izleme algoritmaları oluşturmak mümkündür [3].

### **2.3.1 Renk**

Renk özelliklerini kullanarak nesne takibi en basit ve en hızlı metotlardan birisi olarak kabul edilmektedir. Renk kullanarak yapılan izleme algoritmaları basitlik ve yüksek hız gibi avantajlardan dolayı gerçek zamanlı izleme sistemlerinde kullanılabilen, bununla beraber olarak özellik seçiminde yalnızca renk kullanılması durumunda ortamda nesne rengine yakın renkte başka nesnelere karşılaşıldığı zaman algoritmanın yanılma oranı yükselmektedir.

Nesnelerin renklerinin dış ortamdan etkileneceği bilindiğinden ötürü özellik seçiminde rengin tercih edildiği durumlarda dikkat edilmesi gereken noktalar;

1. Ortamdaki ışık dağılım oranı
2. Yüzeyden yansıyan renklere göre nesnelerin renk değiştirme durumları

olarak sıralanabilir.

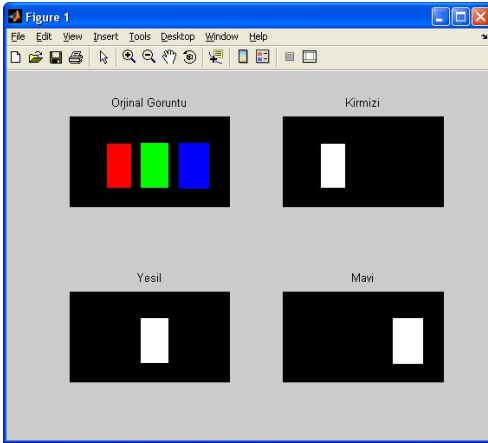
Renkler sayısal ortamda ana renkler olan Kırmızı, Yeşil, Mavi (RGB) renk uzayı içerisinde gösterilirler ve diğer bütün renkler bu üç ana rengin çeşitli birleşimlerinden oluşmuştur.



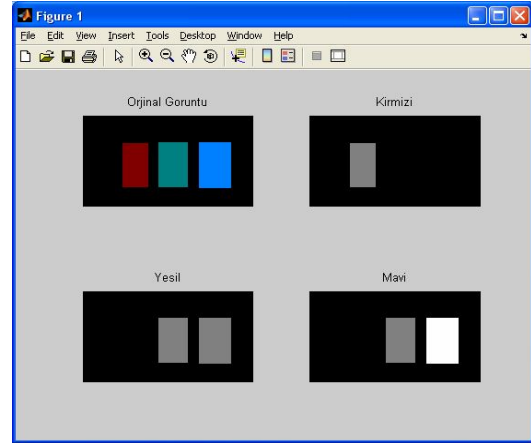
Kırmızı, Yeşil, Mavi renklerinin algılanabilirliğine MATLAB ortamında örnek verilecek olursa;

```
A = imread('RGB.bmp');  
r = A(:,:,1);  
g = A(:,:,2);  
b = A(:,:,3);  
subplot(2,2,1),imshow(A),title('Orjinal Goruntu');  
subplot(2,2,2),imshow(r),title('Kirmizi');  
subplot(2,2,3),imshow(g),title('Yesil');  
subplot(2,2,4),imshow(b),title('Mavi');
```

Program derlendiği zaman elde edilen sonuç Şekil 2.17 ve 2.18 de gözüktüğü gibi olmaktadır.



Şekil 2.17 RGB Renklerinin Sayısal  
Ortamda Algılanması



Şekil 2.18 Farklı Tonların Sayısal  
Ortamda Algılanması

Ancak Şekil 2.18 de görüleceği üzere mevcut renklerde bulunan ufak ton farklılıkları sayısal ortamda algılanmakta ve alt renk bileşenlerinden ötürü herhangi bir nesne için birden fazla renk algılanabilmektedir. Sonuç olarak sadece renge bağlı olan özellik seçimlerinde doğruluk oranının düşme olasılığının yüksek olmasından dolayı özellik seçiminde renk tek başına yeterli olmamaktadır.

### 2.3.2 Kenarlar

Hareketli nesnelere üzerinde özellik seçiminde kullanılan en yaygın yöntemlerden birisi nesne kenarlarının kullanılmasıdır. Kenarların nesne üzerinde yer alan diğer bölgelere nispeten ortamdaki ışık değişimlerinden az etkilenen bölgeler olmasından dolayı kenarlar özellik seçiminde önemli yer tutmaktadır [3]. Buna ek olarak bugüne kadar bütün ortamlarda yüksek başarı ile çalışan herhangi bir kenar tespit algoritması henüz geliştirilememiştir [33].

Bowyer, Kranenburg ve Dougherty [32] tarafından yapılan çalışmada kenar tespiti ile ilgili olarak geliştirilen algoritmalarla ilgili detaylı bilgi verilmiştir.

Görüntü üzerinde yer alan nesnelere kenarlarını tespit etmek için en sık kullanılan yöntemlerden birisi olan Canny Kenar tespit algoritması [18];

#### 1. Görüntü Kirliliğini Azaltma

$$B = \frac{1}{159} * \begin{vmatrix} 2 & 4 & 5 & 4 & 2 \\ 4 & 9 & 12 & 9 & 4 \\ 5 & 12 & 15 & 12 & 5 \\ 4 & 9 & 12 & 9 & 4 \\ 2 & 4 & 5 & 4 & 2 \end{vmatrix} * A$$

#### 2. Görüntünün Eğim Yoğunluğunu Bulma

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$$

$$\Theta = \arctan \left( \frac{G_y}{G_x} \right)$$

$G_y$  = Dikey (Y) eksenindeki birincil türev

$G_x$  Yatay (X) eksenindeki birincil türev

G = Kenar Eğimi

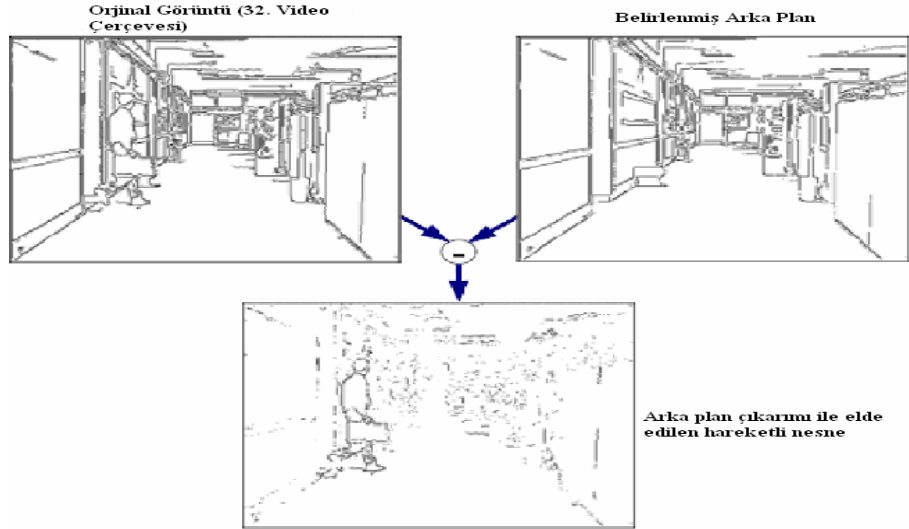
$\Theta$  = eğim yoğunluğu

### 3. Kenar Olmayan Kısımları Bastırma

### 4. $t_1$ ve $t_2$ eşik değerleri ( $t_2 > t_1$ ) ile görüntüyü karşılaştırarak kenarları tespit etme

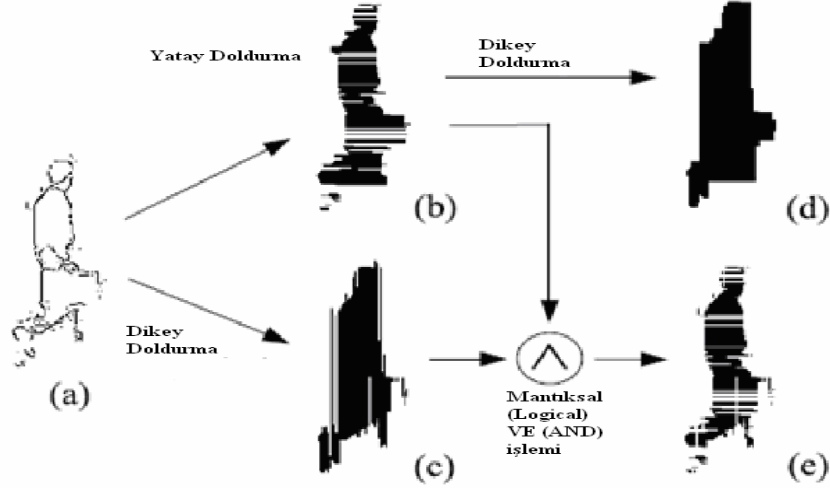
aşamalarından meydana gelmektedir.

Özellik seçiminde kenarları kullanan nesne izleme sistemlerinden birisi olan Tsuji, Tokumasu, Takahashi ve Nakajima [19] tarafından geliştirilen algoritma; Canny kenar tespit yöntemiyle ve arka plan çıkarımını kullanarak görüntü üzerinde yer alan hareketli nesnelere belirleyecek şekilde tasarlanmıştır.



Şekil 2. 19. Kenar Tespiti ve Hareketli Nesne Çıkarımı

Algoritma hareketli nesne çıkarımını yaptıktan sonra Meier [20] tarafından geliştirilen hareketli nesnenin dış hatları içerisinde kalan bütün piksel değerlerini yatay ve dikey doğrultuda 1 değeri ile değiştirip cismi belirginleştirerek izleyebilmektir.



Şekil 2. 20. Yatay ve Dikey Doldurma İşlemi

### 2.3.3 Optik Akış

Nesne izleme sistemlerinde sıkça kullanılan optik akış nesnelerin belirli bir doğrultu üzerinde yapmış oldukları belirgin ve ayırt edici hareketlerinin bütünü olarak tanımlanabilir.

Okada, Shirai ve Miura [21] tarafından geliştirilen optik akışa dayalı nesne izleme sistemi cismin optik akışını Srinivasan [22] tarafından geliştirilen genellenmiş eğim metodunu kullanarak belirler.

Çalışmada;

$f(x, y, t)$  t anında görüntü üzerinde bulunan  $x$  ve  $y$  noktalarındaki ışık oranı olarak belirlenmiştir. Eğer nesne  $dt$  sürede  $dx$  ve  $dy$  kadar yer değiştirirse formül;

$$f(x, y, t) = f(x + dx, y + dy, t + dt)$$

şeklinde yazılabilir.

Taylor serileri kullanılarak elde edilen yeni formül;

$$f(x, y, t) = f(x, y, t) + f_x(x, y, t)dx + f_y(x, y, t)dy + f_t(x, y, t)dt + e$$

şeklinde olacaktır. Bu formül

$$f_x = \frac{\partial f}{\partial x}, f_y = \frac{\partial f}{\partial y}, f_t = \frac{\partial f}{\partial t}$$

ile gösterilecek olursa ve  $e$  ihmal edilirse yeni formül;

$$f_x(x, y, t)u + f_y(x, y, t)v + f_t(x, y, t) = 0$$

olacaktır. Akış vektörleri olan  $u$  ve  $v$

$$u = \frac{d_x}{d_t}, v = \frac{d_y}{d_t}$$

şeklinde yazılır ve  $g$  ve  $h$  filtreleri bu son form üzerine uygulanacak olursa;

$$\begin{pmatrix} (g * f)_x & (g * f)_y \\ (h * f)_x & (h * f)_y \end{pmatrix} \begin{pmatrix} U \\ V \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (g * f)_t \\ (h * f)_t \end{pmatrix}$$

formülü elde edilir. Akış vektörleri  $u, v$  yukarıdaki denklemin çözümünden elde edilmekte ve çalışmada nesne takibi elde edilen akış vektörlerine göre gerçekleştirilmektedir.

## 2.4 Nesne İzleme Metotları

Nesne izleme metotlarında kullanılan yaklaşımlar:

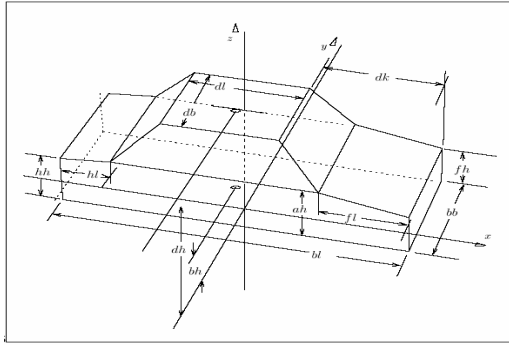
1. Model Tabanlı İzleme
2. Özellik Tabanlı İzleme
3. Alan Tabanlı İzleme
4. Aktif Dış Hatlar İzlemesi

Olarak dört ana başlık altında incelenebilir. Çevresel koşulların uygun olması durumunda bu yaklaşımların birden fazlasını bir arada kullanarak Melez izleme algoritmaları oluşturabilmek mümkündür [23].

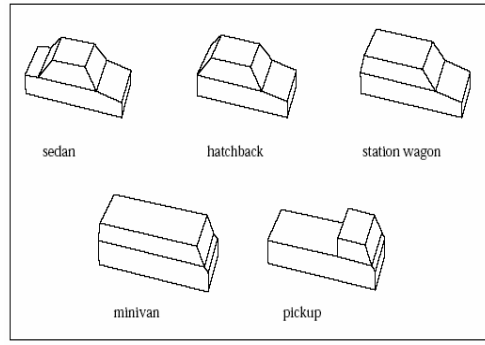
### 2.4.1 Model Tabanlı İzleme

Model tabanlı izleme yöntemleri önceden belirlenmiş olan nesne modelini kullanarak görüntüde benzer geometrik yapıda olan nesnelerin çıkarımı ve izlenmesi prensibine dayanmaktadır. Koller, Daniilidis ve Nagel [24] tarafından geliştirilen model tabanlı izleme yöntemi aşağıda açıklanan prensipler doğrultusunda izleme işlemini gerçekleştirmektedir.

1. Hareket eden araçları belirleme: Arka plan çıkarımı (Bkz. Bölüm 2.1.1)
2. Belirlenen Araçlar için Modelleme: Yaklaşım Jenerik Polihedral Araç modeli adı verilen, araçların geometrik özelliklerini 12 farklı parametre kullanarak modellenmesi esasına dayanmaktadır (Şekil 2.21) ,ayrıca çeşitlerine göre araçlar 5 farklı sınıfa ayrılarak modelleme yapılmaktadır. (Şekil 2.22).



Şekil 2.21. Araç Parametreleri



Şekil 2.22. Araç Çeşitleri

3. Hareket Modellemesi: Hareket eden araçların hareketlerinin modellemesine örnek olarak dairesel hareket yapan bir araç ele alınacak olursa:

$$v = \text{hız}$$

$$w = \text{sabit açısal hız } (\emptyset \text{ açısında)}$$

$$p = \text{anlık pozisyonu (t anında)}$$

t anında cismin anlık pozisyonu

$$P(t) = (p_x(t), p_y(t)) = c + p \begin{pmatrix} \sin \phi(t) \\ -\cos \phi(t) \end{pmatrix} \text{ ile gösterilmiştir.}$$

Eşitsizliğin zamana bağlı olarak değiştiği göz önüne alınacak olursa:

$$\begin{aligned} p_x &= v \cdot \cos \phi \\ p_y &= v \cdot \sin \phi \\ v &= 0 && \text{olarak yeniden yazılabilir.} \\ \phi &= w \\ w &= 0 \end{aligned}$$

4. Modele Uygun Nesnelere Belirleme: Modele uygun hareketli nesnelere belirlemek için Korn [25] tarafından geliştirilen segmentasyon (Bölgelere Ayırma) yöntemi kullanılarak nesne çıkarımı gerçekleştirilmiştir.

Birbirini takip eden video çerçeveleri için 4. adımdan sonra tekrar 1. adıma dönerek nesne izleme işlemi gerçekleştirilmektedir.

Ude [34] tarafından geliştirilen model farklı olarak model tabanlı izleme yöntemine ek olarak nesnenin izleme öncesi hareketlerini dört ana başlık altında inceleyerek gerçekleştirmektedir. Çalışmada kullanılan yapıda gelecek video çerçeveleri için hareket tahmini;

1. Hareket kestirimi
2. Hareket haritası belirlenmesi
3. Hareket ölçümü
4. Tahmini hareket ayarlanması safhalarından oluşmaktadır.

Yapılan çalışma model tabanlı izleme çalışmalarında [35, 36, 37, 38, 39] uygulandığı üzere Kalman filtrelemesi yardımı ile izleme işlemi gerçekleştirilmektedir.

Jurie [40] tarafından geliştirilen çalışmada video üzerinde yer alan nesnelere üç boyutlu olarak mevcut özelliklerine göre modellenerek izleme işlemi yapılmaktadır. Yapılan çalışmada temel olarak önceden belirlenmiş modellere

uyan nesnelere her bir video çerçevesi içerisinde aranarak uygun geometrideki nesnelere izlenmektedir. Çalışma temel olarak Breuel [41] tarafından geliştirilen ve 2 boyutlu nesnelere için uygun olan model şablonununun 3 boyutlu ortamlar için uyarlanması ile oluşturulan DeMenthon[42] algoritmasını kendisine temel alarak çalışma prensibine dayanmaktadır.

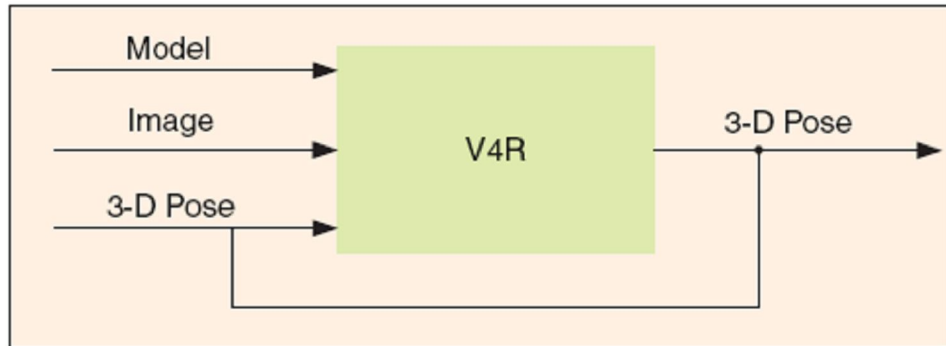
Buna göre herhangi bir  $n$  nesnesi için; görüntü üzerinde yer alan  $u$  niteliğindeki modellemenin başarı oranı;

$$\min(u,v)$$

olarak belirlenmiştir.

Çalışmada DeMenthon [42] tarafından geliştirilen uygulamadan farklı olarak ihtimale dayalı hata modeli kullanılmıştır.

İzlenecek olan nesne için modelleme yapılırken kullanılacak özelliklerin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Modellemesi yapılan nesnelere video çerçevelerinden çıkarımı esnasında en yaygın olarak kullanılan yöntem pencereleme yapısıdır[43] [44] [45] [46]. Pencereleme yöntemi kullanılırken belirlenen yapıya komşu olan bölgelerde arama yapılmasından dolayı yöntemin hesaplama karmaşıklığını azalttığı gözlemlenmiştir [47]. Vincze, Schlemmer, Geminger ve Ayromlou [47] tarafından geliştirilen V4R (Vision For Robotics) adlı model tabanlı otomatik nesne izleme sisteminde daha önceden yapılardan farklı olarak izlenecek olan nesne için Şekil 2.23’de gösterilen parametreler kullanılarak model tabanlı izleme işlemi gerçekleştirilmektedir.





Burada;

Model: İzlenecek olan nesne için daha sonraki aşamalarda ihtiyaç duyulması durumunda daha küçük parçalar olarak da ( Çizgiler, genel hatlar vb.) ele alınabilecek 3 boyutlu nesne detaylarını,

Görüntü: İzleme işleminin gerçekleştirileceği video çerçevelerini,

3-Boyutlu Görüntü: İzlenecek olan nesnenin önceki video çerçevelerinden elde edilen 3-boyutlu görüntüsünü ifade etmektedir.

Yapılan çalışmanın istatistiksel değerlendirilmesi sonucunda izlenmek istenen nesnelerin herhangi 8 video çerçevesi boyunca yaklaşık olarak % 94.6 doğruluk oranı ile çalıştığı gözlemlenmiştir.

#### **2.4.2 Özellik Tabanlı İzleme**

Özellik tabanlı izleme sistemleri nesne görüntüsünü bir bütün olarak izlemek yerine nesnelerin ortamdaki ayırt edici özelliklerini kullanarak izlenmesi prensibine dayanmaktadır. İzlenen nesnenin özellik olarak belirlenen bölgeleri dışında kalan kısımlarının ortamdaki diğer nesnelere tarafından kısmen ya da tamamen engellenmesi durumunda sistem fonksiyonlarında bir değişiklik olmaması özellik tabanlı izleme sistemlerinin en önemli avantajlarından birisidir.

Shi ve Tomasi [26] tarafından geliştirilen KLT (Kanade-Lucas-Tomasi) izleme algoritmasında x ve y eksenlerinde en uygun özelliğin tespit edilmesi amacıyla belirli bir bölge için özdeğer fonksiyonu:

$$z = \begin{bmatrix} g^2 x & g_x g_y \\ g_x g_y & g^2 y \end{bmatrix}$$

şeklinde gösterilmektedir.

Teorik koşullarda özdeğer fonksiyonlarının belirlenen eşik değerinin çok üzerinde olması tercih edilebilecek bir durum olmakla beraber uygulamada özdeğer fonksiyonlarının eşik değerlerinin üzerinde olması kabul edilmektedir.

Çalışmada; belirli bir alan için  $\lambda_1, \lambda_2$  özdeğerler, eşik değeri  $\lambda$  ile gösterilecek olursa;

$$\min(\lambda_1, \lambda_2) > \lambda$$

koşulunu sağlayan değer özellik olarak seçilmekte ve izleme işlemi bu değer üzerinden gerçekleştirilmektedir. Takip edilmesi istenen özellik sayısı kullanıcı tarafından ilk görüntü çerçevelerinde belirlenmekte ve takip eden görüntü çerçeveleri için belirgin olarak kalmaya devam eden özellikler izlenmektedir.

Castaneda, Luzanov ve Cockburn [48] tarafından yüz tanıma ve izleme amacı ile geliştirilen özellik tabanlı izleme mimarisinde ise izlenecek olan nesnelere için kullanılacak yapı iki aşamalı olarak tasarlanmıştır. Mimari;

1. Ön işlem- Adaptasyon

2. Nesne Takibi

aşamalarından oluşturulmaktadır. İzlenecek nesne için ayırt edici özellikler göz, dudaklar ve göz çevresi olarak belirlenmiştir. Geliştirilen mimari yapılan tez çalışmasına benzer şekilde nesne tespiti ve nesne takibi aşamalarından oluşmaktadır.

Çalışma daha önceden belirlenen sınıflandırıcılar yardımı ile video çerçeveleri üzerinde nesne tespitini yüksek doğruluk oranı ile gerçekleştirmeyi amaçlamaktadır, nesne takibi ise daha önceki aşamada tespit edilmiş nesnelere üzerinde gerçek zamanlı olarak hareket kestirim algoritmaları yardımı ile gerçekleştirilmektedir.

Çalışma Ön işlem-Adaptasyon safhasında ten rengi aralıklarını kullanarak mevcut görüntü üzerinden nesne ile alakasız bölümleri çıkararak hesaplama karmaşıklığını azaltma yolunu tercih etmektedir. Ten renginin tespit edilmesi sırasında renkli görüntü üzerinde yer alan RGB haritasındaki farklılıklardan faydalanılmaktadır, bununla beraber gerçek zamanlı görüntüler için RGB haritasının yüksek işlemci gereksinimlerinden dolayı çalışma gerekli bölgeler için

RGB haritasını HSV ortamına çevirerek hesaplama karmaşıklığı azaltılmıştır. HSV ortamında daha önceden belirlenmiş olan ten renkleri seçilerek nesne tespit edilmeye çalışılmıştır.

Nesne tespit edildikten sonra nesne gösterimi için HSV ortamında bulunan nesne sınırları yeniden RGB ortamına çevrilerek mevcut video çerçeveleri üzerinde nesne gösterimi sağlanmaktadır.

RGB ortamında renk dönüşümleri,

$$r = R/(R + G + B), g = G/(R + G + B), b = B/(R + G + B)$$

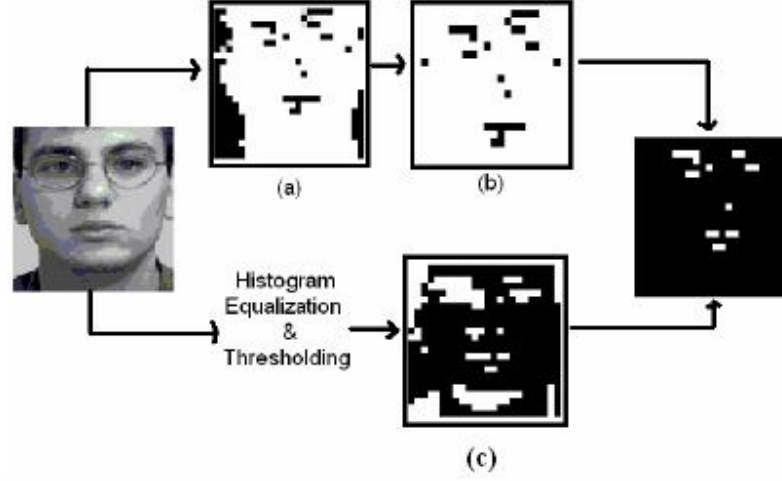
$$R + G + B = 1$$

$$b = 1 - r - g$$

formülleri yardımı ile gerçekleştirilmektedir.

Çalışmada izlenecek bölge belirlendikten sonra bölge üzerinde dört aşamalı maskeleye teknikleri uygulanarak nesneyi ortamdan ayırt edici özellikler olan göz, göz çevresi ve dudaklar gibi bölgelerin belirlenerek sınıflandırılması ile izleme işlemi gerçekleştirilmektedir.

Çalışmada özellik olarak seçilen bölgelerin belirlenmesi için kullanılan maskeleye teknikleri aşağıda şekil 2.24' de gösterilmektedir.



(a) Ten Rengi Maskeleyesi (b) Detaylı Ten Maskeleyesi, (c) Düşük Yoğunluk Maskeleyesi

Şekil 2.24 Kullanılan Maskeleye Teknikleri

### 2.4.3 Bölgeye Dayalı İzleme

Bölgeye dayalı nesne izleme metodlarında ortak yaklaşım kullanıcı tarafından belirlenen herhangi bir bölgenin gelecek video çerçeveleri içerisindeki hareketlerinin tespit edilerek izlenmesini sağlayabilmektir.

Hu, Hwang, Yu [27] tarafından geliştirilen bölgeye dayalı izleme modelinde kullanıcı tarafından belirlenen bölgenin takip eden video çerçevelerinde bölümlenme yapılarak yeniden belirlenmesi, nesnenin hareket tahmini ve izlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada video çerçevesi bölümlenerek izlenecek olan nesne belirlendiği anda dahi cismin kapladığı bölgenin ışık, yoğunluk ve hız gibi özelliklerinin tüm noktalarda aynı olmayabileceği öngörülmüş ve bunun üstesinden gelebilmek için QHCF (Quad-Tree Highest Confidancy First) metodu kullanılarak ön bölümlenme yapılmıştır.

Ön bölümlenme işlemi süresinde bölgenin enerji fonksiyonu:

$$E_{(x)} = \sum (y_s - \mu_x)^2 + [\sum U_{N(s)} + U_{E(s)}]$$

ile gösterilmiştir. Burada:

$\mu_x$ : S pikselinin bulunduğu bölgenin yoğunluk ortalaması

$y_s$ : S pikselinin yoğunluk değeri

$U_N(s)$ : S pikselinin enerji fonksiyonu

$U_E(s)$ : Kenar sabitinin enerji fonksiyonunu göstermektedir.

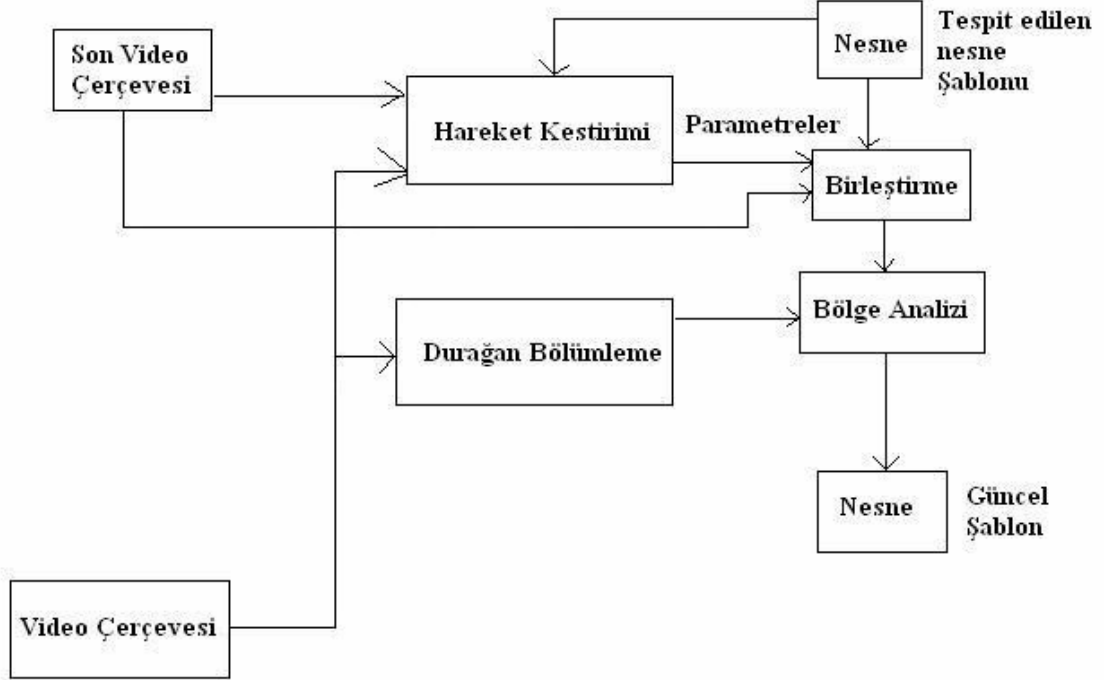
QHCF kullanılarak her bir video çerçevesi için herhangi bir bölgede cismin bulunma olasılığı;

$$P = \frac{C_p}{s}$$

formülü ile ifade edilmiştir.

Burada  $C_p$  bölgede bulunduğu kabul edilen cismin enerji değeri, s ise bütün bölgenin enerji değerini göstermekte ve P değerinin  $\tau$  (eşik değeri) değerinden yüksek olması durumunda cismin seçilen bölge içerisinde bulunduğu kabul edilerek izleme işlemi gerçekleştirilmektedir.

Huang, Huang ve Niemann [49] tarafından geliştirilen bölgeye dayalı nesne izleme mimarisinde izlenecek olan nesnenin bulunması için durağan bölgesel bölümlenme ve hareket kestirimi yöntemlerinden faydalanılmaktadır. Çalışmada kullanılan genel mimari şekil 2.25' de gösterildiği gibidir.



Şekil 2.25 İzleme Mimarisi Akış Diyagramı

Durağan bölümlenme işlemi sonucunda hareketli kısımların tespit edilmesinden sonra daha önceki video çerçevelerinde elde edilen nesne şablonu ile karşılaştırma yapılarak güncel nesne şekli elde edilmekte, ve buna ek olarak her bir yeni video çerçevesi için bu işlemin tekrar edilmesinden dolayı çalışma herhangi bir nesne şeklinden bağımsız olarak izleme işlemini gerçekleştirebilmektedir. Şekil 2.25’de gösterilen hareket kestirimi için kullanılan genel yapı ;

$$f(x,t+1)=f(x-u(x;a),t)$$

olacak şekilde belirlenmiştir. Burada;

$f(x,t+1)$ : t anındaki video çerçeveleri arasındaki hareketi,

$x = (x,y)$ : nesne sınırlarının x,y koordinatlarındaki piksel değerlerini ve,

$u(x,a)$  ise nesne hareket yönünü göstermektedir.

Hareket yönü;

$$u(x,a) = \begin{bmatrix} u(x,y) \\ v(x,y) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_0 + a_1x + a_2y \\ a_3 + a_4x + a_5y \end{bmatrix}$$

formülü ile gösterilmektedir. Burada;

$a = (a_0, a_1, a_2, \dots)$  değerleri nesne için x ve y ekseninde fiziksel değişime uğramayan bölümleri göstermektedir. Verilen yapıları kullanarak hareket kestirimi;

$$\min_{(u,v)} E_p = \sum_{(x,y) \in R} \rho(u f_x + v f_y + f_t, \sigma) \text{ formülü ile yapılmaktadır.}$$

Burada:  $f_x, f_y, f_t$  x,y eksenleri ve zamana bağlı türev değerlerini ve  $\rho$  ise German-Mc. Clure [50] fonksiyonunu ve  $\sigma$  ise ölçek parametrelerini göstermektedir.

Çalışmanın diğer önemli bir kısmı olan önceki video çerçevelerindeki nesne şekli ile mevcut video çerçevelerindeki nesne şeklinin karşılaştırılarak güncel nesne şeklinin elde edilmesinde kullanılan yapı  $t$  anında;

$$r_i = \frac{c p_i}{c_i}$$

formundadır, burada;

$c_i$  = nesne görüntüsü içerisinde yer alan piksel değerleri,

$c p_i$  = R Bölgesinde bulunan nesne şablonunu,

$r_i$  ise cismin şeklinin belirlenmesindeki doğruluk oranını göstermektedir.

Herhangi bir  $i$  numaralı video çerçevesi için ;

1.  $r_i > r_0$  ise,  $r_i$  güncel nesne şekli ( $r_0 = 0.9$ )

2.  $r_0 > r_i > r_1$   $r_1 = 0.4$  ise cisim dış hatlarının tespit edilmesinde yapılan hata oranı MAE(Mean-Absolute-Error) yöntemi ile belirlenmektedir .Hata oranının tespit edilmesi için kullanılan yapı;

$$M_t = \sum \frac{f(x,t+1) - f^{it}(x,t)}{C_t}$$

formülü ile gösterilmektedir. Burada  $M_t$  değerinin belirlenen eşik değerinden düşük olması durumunda bölge nesne sınırları içerisinde olarak kabul edilmekte, aksi durumda ise ihmal edilmektedir.

3.  $r_i > r_1$  durumunda ise bölge nesne sınırları dışarısında olarak kabul edilmektedir.

#### 2.4.4 Aktif Dış hatlar Tabanlı İzleme

Aktif dış hatlar tabanlı izleme nesnelerin dış hatlarının belirlenerek video çerçeveleri boyunca izlenmesi olarak tanımlanabilir.

Kass, Witkin ve Terzopoulos [28] tarafından geliştirilen aktif dış hatlar teorisi nesne dış hatlarının parametrik bir eğri ile gösterilmesine ve gösterim için harcanacak enerjinin en düşük seviyede tutulmasına dayanır.

Video çerçeveleri boyunca hareket eden nesnelerin x,y uzayında dış hat çizgileri;

$$V_s = (x(s), y(s))$$

ile gösterilecek olursa bu çizgileri belirlemek için kullanılacak enerji fonksiyonu;

$$E = \int_0^1 E_{int}(V(s)) + E_{ext}(V(s)) ds$$

olacaktır.

Video çerçeveleri içerisinde hareketli nesnelerin sınırlarını takip eden çerçevelerde belirlemek için kullanılacak olan dâhili enerji fonksiyonu;

$$E_{int} = \frac{\alpha(s) * |V_s(s)|^2 + \beta(s) * |V_{ss}(s)|^2}{2}$$



ile hesaplanmaktadır, dış hatların elastikiyeti  $\alpha(s)$ , katılığı ise  $\beta(s)$  ile gösterilmektedir.

Nesnelerin dış hatları belirlenirken harcanan dış enerji ise dış sabitler (ortam değerleri) ve görüntü bileşenlerinden etkilenmektedir.

Aktif dış hatlar tabanlı nesne izleme sistemlerinde amaç dış hatların belirlenmesi için gerekli enerji düzeyinin en düşük seviyede tutularak hesaplama karmaşıklığının azaltılmasıdır.

Klasik aktif dış hatlar tabanlı izleme mimarilerinden farklı olarak Lam ve Yuen [51] tarafından geliştirilen yapıda temel olarak Williams ve Shah [52] tarafından geliştirilen açgözlü aktif dış hatlar tabanlı izleme mimarisi kullanılmaktadır. Açgözlü aktif dış hatlar algoritmasında hareketli  $M$  nesnesi için  $t$  anındaki dış hat çizgileri olan  $C_t$ 'nin bilindiği varsayılarak  $t+1$  anında nesne dış hatlarında gerçekleşen değişim düşük olarak kabul edilerek  $C_{t+1}$  değerinin yüksek doğrulukla hesaplanabilmesi için  $I_{t+1}$ 'de bulunan video görüntüsü ve  $I_t$  anındaki video görüntüsü için düzeltme işlemine ihtiyaç duyulmaktadır. Kass, Witkin ve Terzopoulos [28] tarafından geliştirilen teoriyi kullanarak çalışan sistemler [52,53,54,55] gibi uygulamalarda başarılı olmakla beraber durağan arka planlar ve basit nesne şekilleri için uygundur. Çalışmada kullanılan açgözlü yapının mevcut sistemlere göre daha esnek ve etkili olduğu ifade edilmiştir. Kullanılan açgözlü algoritmada enerji fonksiyonu;

$$E = \int \alpha(s)nor(E_{cont}) + \beta(s)nor(E_{curv}) + \gamma(s)nor(E_{image})ds$$

$$E_{cont,t} = \left| d - \left| \mathbf{v}_i - \mathbf{v}_{i-1} \right| \right|$$

$$E_{curv,i} = \left| \mathbf{v}_{i-1} - 2\mathbf{v}_i + \mathbf{v}_{i+1} \right|^2$$

ile ifade edilmiştir. Burada,

$\bar{d}$  :daha önceki iterasyondaki dış hat çizgileri arasındaki ortalama piksel uzunluğu,

$nor(E)$ =komşu piksel değerleri ile ilgili normalizasyon fonksiyonu,  $E_{cont}$ ,  $E_{curv}$ ,  $E_{image}$  dış hatlar, eğim ve görüntü fonksiyonları için enerji değerleri (0&1) ve  $\alpha=1$ ,  $\beta=0$  ve  $\gamma = 1,2$  olarak kabul edilmektedir.

Herhangi n noktası içeren bir dış hat çizgisi için açgözlü algoritmanın  $m*m$  piksellik iterasyon sonucundaki karmaşıklık  $O(nm^2)$  ile gösterilmektedir.

#### 2.4.5 Diğer İzleme Metotları

Gelişen teknoloji ile beraber artan ihtiyaçlar ve nesne izleme sistemlerinin güncel bir çalışma alanı olmasından dolayı kullanılan yöntemler yukarıda bahsedilen teknikler ile sınırlı değildir. Farklı amaçlar için ortam ve gereksinimlere uygun olarak farklı nesne izleme mimarileri geliştirilmiştir. Geliştirilen izleme mimarileri algoritmalarından yardım almanın yanı sıra GPS ve INS gibi teknolojilerden faydalanmaktadır [56].

Kim, Hwang [57] tarafından geliştirilen nesne izleme mimarisi görüntü içeriğinden nesne çıkarımı ve takibi uygulamalarına, Yoon, Kosaka, Park ve Kak [58] tarafından geliştirilen mimari model tabanlı izleme mimarilerinde nesne kenarlarını kullanarak izleme, Censi, Fusiello ve Roberto [59] tarafından geliştirilen yapı ise nesne özelliklerini kullanarak izleme sistemlerine örnek olarak verilebilir. Kumar, Guha ve Mukerjee[60] tarafından geliştirilen nesne izleme mimarisi izlenecek nesne için renk ve nesne özelliklerini birlikte kullanarak izleme işlemini gerçekleştirmekte ve birden fazla parametre kullanarak algoritmanın verimliliği sağlanmaktadır.

Geliştirilen farklı nesne izleme uygulamalarına [61,62,63,64,65,66,67] örnek olarak verilebilir.

## BÖLÜM III

### 3. ÇALIŞMA

Bu bölümde yapılan tez çalışmasının amacı, çalışma süresince kullanılan teknikler, çalışma süresince kullanılan donanımsal sistemler ve geliştirilen yöntem incelenmiştir.

#### 3.1 Varsayımlar

**Ekran Çözünürlüğü:** Yapılan çalışmada her bir video çerçevesi için ekran çözünürlüğü 600\*480 piksel olarak kabul edilmiştir.

**Hareket:** Çalışmada izlenecek olan nesnelerin belirli bir yol üzerinde periyodik hareket yapmış oldukları varsayılmıştır.

**Yol:** Çalışma nesnelerin izlenmesi işlemini yoldan bağımsız olarak gerçekleştirmektedir, Bununla beraber hareketli nesnelerin yol üzerinde periyodik hareket gerçekleştirdiği varsayılmıştır.

**Hareketli Nesnelere:** İzlenecek olan nesnelere için şekil, boyut renk gibi özellikler dikkate alınmamakta, nesne izleme işlemi fiziksel özelliklerden bağımsız olarak gerçekleştirilmektedir.

#### 3.2 Çalışmanın Amacı

Yapılan çalışmanın amacı sabit kamera kullanarak gerçek zamanlı video çerçeveleri içerisinde hareketli nesnelere tespit ederek izleme olarak tanımlanabilir. Çalışmada gerçek zamanlı video çerçeveleri içerisinde hareket eden nesnelerin hareketleri sırasında kamera ve nesne arasına engel girmesi ve izlenen nesnenin geçici olarak görüntülenmemesi durumunda dahi nesnenin daha önceki video çerçevelerinde yapmış olduğu hareketlerin analiz edilerek takip eden video çerçevelerinde bulunacağı yerin tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle çalışma üç ana başlık altında incelenebilir bu başlıklar;

1. Hareket eden nesneyi tespit ve izleme

2. Nesne hareketlerini analiz etme olarak sıralanabilir.

### 3.3 Geliştirme ve Test Ortamı

Çalışma süresince anlık video görüntüleri üzerinde yapılan işlemlerdeki yoğun matematiksel hesaplama gereksinimleri ve görüntü işleme teknikleri için özel olarak geliştirilmiş kütüphaneleri bulunmasından ötürü MATLAB R2006 yazılım geliştirme ortamı kullanılmıştır. Yapılan test sonuçlarının incelenmesi ve grafiksel düzenlemeler için Microsoft Excel 2003 kullanılmıştır.

#### 3.3.1 Kullanılan Sistemler

Mevcut Sistem üzerinde gerçekleştirilen tüm geliştirme ve test işlemleri çizelge 3.1'de gösterilen donanıma sahip bilgisayarlar üzerinde gerçekleştirilmiştir:

Çizelge 3.1 Geliştirme ve Test Donanımları

Bilgisayar No	İşlemci	İşletim Sistemi	Hafıza
1	Intel Core2Duo T2400 1.83 GHz, Çift Çekirdek	Windows XP-32 Bit- Service Pack 3	1.5 Gb
2	Intel T2250 1.73 GHz	Windows XP-32 Bit- Service Pack 3	1Gb
3	Intel Core2Duo T5450 1.66 GHz, Çift Çekirdek	Windows XP-32 Bit- Service Pack 3	2 Gb

#### 3.3.2 Kamera ve Video Formatı

Çalışmada INCA firması tarafından geliştirilen IC-3562 web kamera kullanılmıştır. Bağlantı için standart USB 2.0 ara yüzü kullanılmıştır. Çalışmada gerçek zamanlı video işlenmesinden dolayı ekran çözünürlüğü 640X480 piksel olacak şekilde tasarlanmıştır. Algoritma kamera için 5fps işleyecek şekilde tasarlanmıştır. Video analizi için MATLAB ortamında bulunan bw (Black-White)

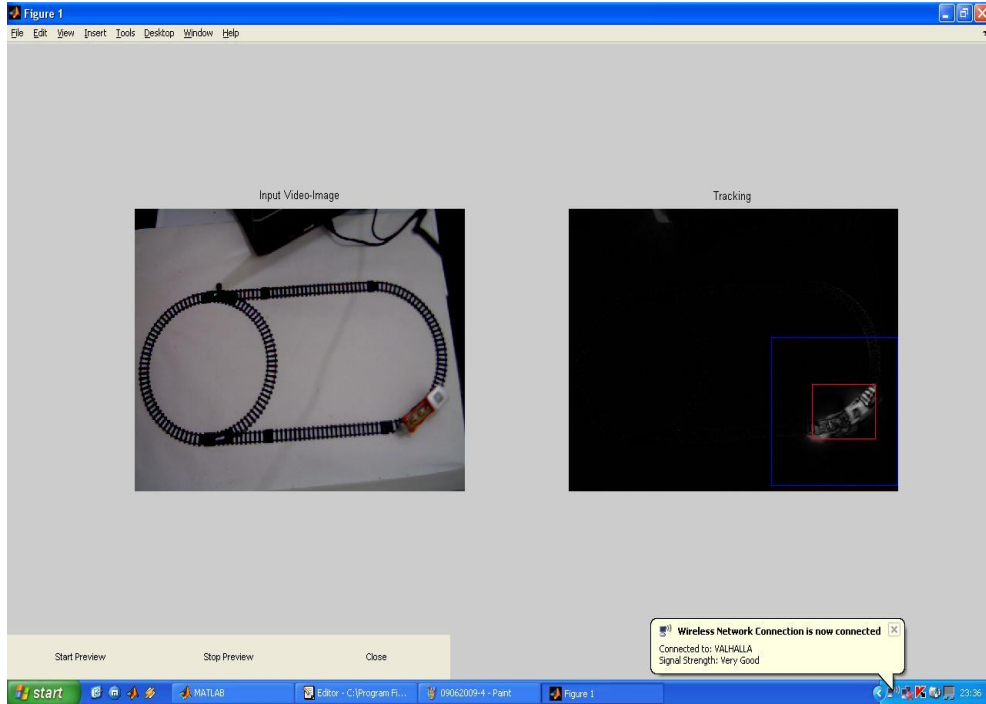
formatını kullandığı için RGB uzayı için herhangi bir format belirlemesi yapılmamıştır.

### 3.4 Geliştirilen Yöntem

Bu bölümde incelenecek olan kısımlar ana hatları ile bölüm 3.1 'de ifade edilen kısımların detaylı açıklaması niteliğinde olacaktır.

#### 3.4.1 Hareketli Nesnelerin Belirlenmesi

Çalışmada hareket eden nesnelerin belirlenmesi için bölüm 2.1.1'de detayları ile incelenen arka plan çıkarım metodu kullanılmıştır. Kullanılan arka plan çıkarımı; ikinci video çerçevesinden itibaren video süresince her bir video çerçevesinin kendisinden bir önceki video çerçevesi ile arasındaki mutlak farkın hesaplanması prensibine dayanmaktadır. Aradaki mutlak fark değeri hareket eden nesnelerin geçiş süresince ne kadar hareket ettiğinin belirlenmesi amacı ile kullanılmaktadır.



Şekil 3.1 Mutlak Fark Kullanarak Dış Hatların Belirlenmesi

Çalışmada kullanılan arka plan çıkarım mimarisine göre belirlenen eşik değeri üzerinde piksel değerine sahip olan video çerçeveleri hareketli kısımlar olarak algılanmakta ve hareketli nesnelere belirlenmektedir. Mutlak farkın hesaplanmasından sonra belirlenen eşik değerinden yüksek değere sahip piksel değerlerinin hesaplanması;

$$|f_t - f_{t-1}| > \tau$$

formülü yardımı ile yapılmaktadır, Burada;

$f_t$  = t numaralı video çerçevesi

$f_{t-1}$  = t-1 numaralı video çerçevesi

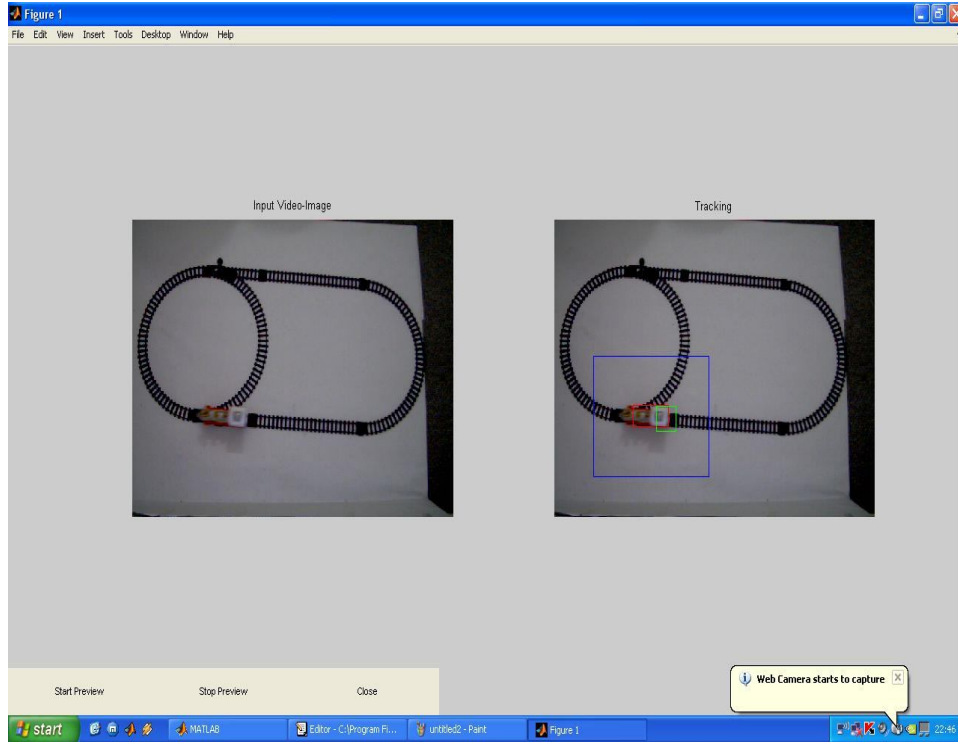
$\tau$  = eşik değeri olacak şekilde tanımlanmaktadır.

Çalışmada arka plan çıkarımı ve eşik değerleri ile ilgili olarak bir sonraki sayfada verilen MATLAB yapısı kullanılmıştır.

```
i1 = IM(:,:, :, 1);
i2 = IM(:,:, :, 2);
i1 = rgb2gray(i1(:,:, 1:3));
i2 = rgb2gray(i2(:,:, 1:3));
m = abs (double(i1) - double(i2))/256;
k=m;
bw = im2bw(k, .3);
if (bw(h,w) > 0.5)
begin
...
...
End
```

### 3.4.2 Kullanılan Nesne Gösterim Metodu

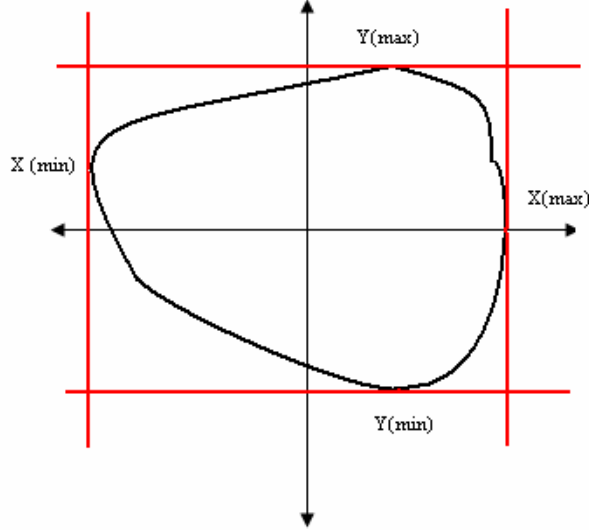
Çalışmada nesne gösterimi için bölüm 2.2.2.'de incelenen uygun geometrik kalıplar ile nesne gösterim metodu kullanılmıştır. Şekil 3.2'de gösterildiği üzere takip edilen nesne kırmızı kare ile gösterilmektedir. Algoritma kırmızı karenin etrafında bulunan mavi kare ile gösterilen bölgede hareketli nesneyi arama işlemini gerçekleştirmektedir. Algoritmanın çalışma mantığı ilk video çerçevesi için bütün 640X480 piksellik alanı tarayarak hareket eden nesnenin dış hatlarını belirleyerek takip eden video çerçeveleri için belirlenen bu dış hatlara göre taranması gereken alanı otomatik olarak tespit edebilmektir. Bu yöntem ile amaçlanan video süresince bütün alanları taramak yerine belirlenen alan üzerinde yoğunlaşarak hesaplama karmaşıklığını ve matematiksel işlem gereksinimini azaltmak sureti ile çalışmanın performans ve etkinliğini arttırmaktır.



Şekil 3.2 Nesne Gösterimi

### 3.4.3 Kullanılan Nesne İzleme Metodu

Çalışmada kullanılan nesne izleme metodu ana hatları ile bölüm 2.4.4'de gösterilen aktif dış hatlar tabanlı izleme mimarisine dayanmaktadır. Kass, Witkin ve Terzopoulos[28] tarafından geliştirilen yöntemden farklı olarak çalışmada Şekil 3.3'de görüleceği gibi cismin dış hatlarını detayları ile belirtmek yerine her bir video çerçevesinde belirlenen parametrelere bakarak x,y eksenlerinde kapladığı alan dış hatlar olarak kabul edilmektedir.



Şekil 3.3 Nesne Dış Hatları

Ana hatları ile açıklanacak olursa video çerçeveleri boyunca hareket eden nesnelerin x,y uzayında dış hat çizgileri;

$$V_s = (x(s), y(s))$$

formülü ile gösterilecek olursa, bu çizgileri belirlemek için kullanılacak detaylı dış hat sınırları x ve y eksenleri için sırası ile;

$$x(s) = (x_{\min}, x_{\max})$$

$$y(s) = (y_{\min}, y_{\max})$$

şeklinde olacaktır.





Şekil 3.4 Belirlenen Dış Hatlar

İkinci video çerçevesinden itibaren mutlak fark yöntemi kullanarak tespit edilen hareketli nesnelerin genel hatlarının belirlenmesi için kullanılacak algorithmada cismin genişlik-yükseklik değerlerinin bulunması amaçlanmıştır.

Genişlik değeri hareketli nesnenin en sağda bulunan piksel değerinden en solda bulunan piksel değerinin çıkartılması ile elde edilir. Yükseklik değeri de benzer şekilde nesnenin en alt noktada bulunan piksel değerinden en üst noktada bulunan piksel değerinin çıkartılması ile elde edilmektedir.

*Genişlik Sözde Programı*

$$\text{Genişlik} = P_{\text{sağ}} - P_{\text{sol}}$$

*Uzunluk Sözde Programı*

$$\text{Uzunluk} = P_{\text{alt}} - P_{\text{tepe}}$$

2. video çerçevesinden itibaren mutlak fark yöntemi ile belirlenen hareketli nesnelerin dış hatlarının belirlenmesinde kullanılacak algoritma yapısı;

```

                xmin
for w = sagupd:-1:solupd
for h = tepeupd : altupd
    if (bw(h,w) > 0.5)
        sol = w;
        solupd = sol - 80;
        if (solupd <= 0)
            solupd = 1;
        end
    end
end
                end
                end
                end

                xmax
for w = solupd : sagupd
for h = altupd : -1 : tepeupd
    if (bw(h,w) > 0.5)
        sag = w;
        sagupd = sag + 80;
        if (sagupd > 640)
            sagupd = 640;
        end
    end
end
                end
                end
                end

                y min
for h = tepeupd : altupd;
for w = solupd : sagupd;
    if (bw(h,w) > 0.5)
        alt = h;
        altupd = alt + 80;
    if (altupd > 480)
        altupd = 480;
    end
end
                end
                end
                end

                ymax
for h = altupd : -1 : tepeupd
for w = sagupd : -1 : solupd
    if (bw(h,w) > 0.5)
        tepe = h;
        tepeupd = tepe - 80;
        if (tepeupd <= 0)
            tepeupd = 1;
        end
    end
end
                end
                end
                end
```

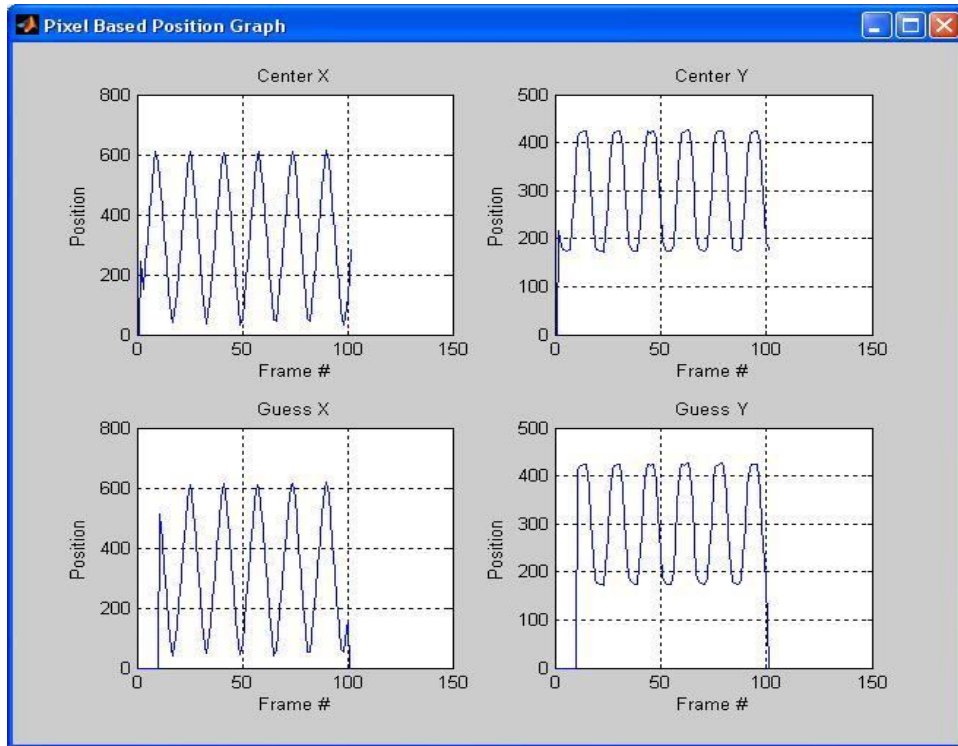
şeklinde düzenlenmiştir.

### 3.5 Hareket Analizi ve Tahmini

Çalışmanın amaçlarından birisi olan hareket tahmini; cismin önceki video çerçevelerinde yapmış olduğu hareketlerin analizi ile elde edilen genel hareket şablonunun belirlenmesi ve belirlenen bu şablona uygun hareket haritasının çıkartılması temeline dayanmaktadır.

#### 3.5.1 Hareket Analizi

Video çerçeveleri boyunca hareket eden nesnelerin hareketlerinin analizi ile nesnelerin ilk birkaç video çerçevesi içerisinde  $x$  ve  $y$  eksenleri boyunca yapmış oldukları hareketlerin daha sonra kullanılmak üzere işlenerek hareket haritası çıkarımı ve diğer aşamalar için yardımcı verilerin elde edilmesi amaçlanmıştır.



Şekil 3.5.  $x$  ve  $y$  Eksenleri Boyunca Nesne Koordinatları

Şekil 3.5’de görüleceği üzere nesne x ve y eksenleri boyunca yaklaşık olarak her on video çerçevesi sonunda tekrar başlangıç noktasına gelecek şekilde hareketini gerçekleştirmiştir. Hareket analiz yöntemi ile yukarıda verilen örnekte olduğu gibi belirli bir periyodun var olup olmadığı araştırılmaktadır.

Hareket eden nesnelere için ilk on video çerçevesi boyunca x ve y eksenlerinde bulunduğu en yüksek piksel değeri temel alınarak hareket analizi için kullanılacak periyodun belirlenmesi amaçlanmıştır.

x ve y eksenleri için en yüksek piksel değerine sahip video çerçevelerinin bulunması için aşağıda verilen yapı kullanılmıştır.

```

maxx=centerx(2);          maxy= centery(2);
for i=2:10                for j=2:10
    if centerx(i)>maxx      if centery(j) >maxy
        maxx = centerx(i);    maxy = centery(j);
        xstart = i;           ystart = j;
    end                    end
end                        end

```

Çizelge 3.2 İlk on video çerçevesi boyunca nesne koordinatları

Video Çerçevesi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X Koordinatı	0	244,5	151	230	318	408,5	494,5	574	<b>612</b>	577,5
Y Koordinatı	0	215,5	185	177,5	175	173,5	176	225	291	<b>370,5</b>

Çizelge 3.2 incelenecek olursa hareketli nesnenin x ekseninde en yüksek değere 9, y ekseninde ise 10 numaralı video çerçevesinde sahip olduğu görülmektedir.

Buna göre 9 numaralı video çerçevesindeki x değeri  $x_{max}$ , 10 numaralı video çerçevesindeki y değeri  $y_{max}$  olarak belirlenmektedir.

$x_{max} = x(9);$

$y_{max} = y(10);$

Çalışmada kullanılan yaklaşıma göre hareket analiz aşamasında ilk on video çerçevesinde x ve y eksenleri için en yüksek değerlerin belirlenmesinden sonra takip eden 20 video çerçevesi boyunca cismin bu değerlere yakın bir noktaya gelip gelmediği incelenmektedir.

Çizelge 3.3 İlk 31 video çerçevesi boyunca x eksen koordinatları

Video Çerçevesi	1-11-21-31	2-12-22	3-13-23	4-14-24	5-15-25	6-16-26	7-17-27	8-18-28	9-19-29	10-20-30
X Koordinatı	0	434	498	553	597	<b>615</b>	595	548	482	400,5
	316,5	234,5	153	93,5	63,5	56	78	116,5	173,5	240
	315	391	465,5	515	568,5	605	<b>610,5</b>	577,5	524	449,5
	366									

Çizelge 3.4 İlk 31 video çerçevesi boyunca y eksen koordinatları

Video Çerçevesi	1-11-21-31	2-12-22	3-13-23	4-14-24	5-15-25	6-16-26	7-17-27	8-18-28	9-19-29	10-20-30
Y Koordinatı	0	148,5	147,5	165	204	268	329	374	393,5	<b>397</b>
	399	399	395	374	325,5	267	216,5	180,5	163	157,5
	153	150,5	146,5	153,5	175,5	227	292	351	384	395
	<b>396,5</b>									

Çizelge 3.3 'de görüleceği üzere cismin 27. video çerçevesinde almış olduğu piksel değeri yaklaşık olarak 6. video çerçevesinde bulunduğu piksel değeri ile birbirine eşittir. Buna göre periyot değeri hesaplanırken kullanılacak formülde mevcut piksel değeri ile 6. video çerçevesinde bulunduğu piksel değeri arasındaki fark -15'den büyük ve +15'den küçük ise piksel değerinin bulunduğu video çerçeve değerinden 6. video çerçeve değerinin çıkartılması ile periyot değeri elde edilmektedir. y eksen için periyot hesaplanması benzer şekilde gerçekleştirilmektedir.

```
if centerx(i) - maxx <10 &&          if centery(j) - maxy < 10 &&
centerx(i) - maxx>-10                centery(j) -maxy > -10
    periodx = i - xstart;              periody = j - ystart;
    x = periodx;                       y = periody;
end                                     end
guessx(i) = centerx(i);                guessy(j) = centery(j);
```

### 3.5.2 Hareket Şablonu Belirlenmesi ve Hareket Haritası Çıkarımı

Çalışmanın en önemli amacı olan hareket şablonunun belirlenmesi ve ileriye dönük hareket haritasının çıkarılmasında detayları ile bölüm 3.5.1.'de açıklanan hareket analizinde elde edilen veriler kullanılarak nesnelerin ileriye dönük hareketlerinin tahmin edilmesi amaçlanmıştır.

Hareket şablonunun belirlenmesi süresince bölüm 3.5.1'de açıklanan periyot değerinden faydalanılmaktadır. Nesnelerin hareket halinde buldukları  $x$  ve  $y$  eksenleri için hesaplanan periyot değerleri 32. video çerçevesinden itibaren nesnelerin tahmini yerlerinin belirlenmesi için kullanılmaktadır.

$x$  ve  $y$  eksenleri için periyotların belirlenmesinden sonra nesnenin 32. video çerçevesinden itibaren bulunması beklenen noktayı tespit edecek yapı oluşturulmaktadır. Nesnenin  $i$ . video çerçevesi içerisinde  $x$  ve  $y$  eksenleri için tahmini yerleri sırası ile  $guessx(i)$  ve  $guessy(i)$ , gerçek konumu  $centerx(i)$  ve  $centery(i)$  ile gösterilmektedir.

Çalışmada kullanılan yapı ile video çerçeveleri üzerinde yer alan hareketli nesnelerin ileriye dönük hareketlerinin tahmini, hareketin yapıldığı yoldan bağımsız olarak gerçekleşmektedir. Nesne hareketlerinin yapıldığı yolun şeklinin ve yol uzunluğunun uzun veya kısa olması önemli değildir. Kullanılan algoritma hareketli nesnelerin tahmini pozisyonlarını belirlerken yol değerlerini hesaba katmadığı için farklı yol durumlarında başarılı sonuçlar elde edilebilmektedir.

## BÖLÜM IV

### 4. UYGULANAN TESTLER VE SONUÇLARI

Çalışmanın bu bölümü geliştirilen algoritmaya ait test sonuçlarını;

1. Engelsiz ortam

2.Engelli ortam

olmak üzere iki ana başlık altında inceleyerek bu ortamlara ait detaylı bilgiler ve elde edilen analitik sonuçları içermektedir.

#### 4.1 Analiz Metodolojisi

Yapılan çalışmada nesne hareketlerinin tahmin edilmesinde kullanılan tekniklerin başarı yüzdesini hesaplamak için kullanılan yöntem, nesne merkezinin anlık pozisyonu ile tahmini değerini karşılaştırarak başarı yüzdesini hesaplar. Çalışmada başarı yüzdesi hesaplanırken bütün video çerçevesi boyutu ele alınarak tahmini ve gerçek merkez noktalarının karşılaştırılması yapılmaktadır. Mevcut sistemde incelenen video çerçeveleri 640x480 piksel değerine sahip olmasından dolayı  $x$  ve  $y$  eksenleri için başarı hesaplaması aşağıdaki şekilde gerçekleştirilmektedir.

$x$  eksen için;

$$x = \frac{centerx(frame) - guessx(frame)}{640} * 100$$

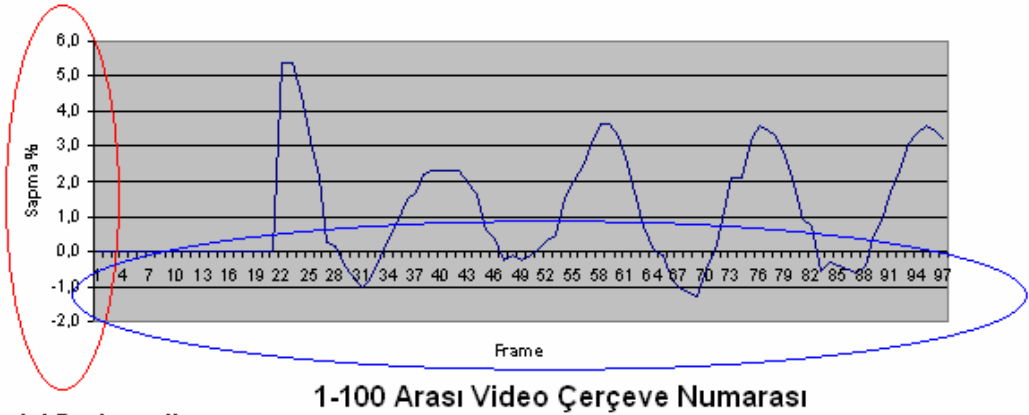
$y$  eksen için;

$$y = \frac{centery(frame) - guessy(frame)}{480} * 100$$

Yapılan deneyler sonucunda nesnelerin  $x$  ve  $y$  eksenlerinde buldukları noktaların tahmini noktalar ile karşılaştırılarak algoritmanın başarı oranları ve grafiksel gösterimlerine ilerleyen sayfalarda yer verilmiştir.

## 4.2 Grafiksel Gösterim Ve Yorumlama

Grafiksel gösterim ile ilgili olarak x eksenini video çerçeve numaralarını göstermekte, y eksenini ise cismin bulunduğu gerçek nokta ile tahmini nokta arasındaki yüzdesel farkı gösterecek şekilde düzenlemiştir.



**Tahmini Pozisyon ile  
Gerçek Merkez Noktası  
Arasındaki Sapma Oranı**

Şekil 4.1 Hareket Grafiği Açıklaması

Yukarıda şekil 4.1’de yapılan gösterimle ilgili olarak ilk 20 video çerçevesi boyunca sapma değerleri % 0 olarak gözükmemektedir. Bu değerlerin bu seviyede olmasının sebebi geliştirilen algoritmanın bu süre içerisinde herhangi bir tahminde bulunmamasıdır. Geliştirilen algorithmada nesne izleme işlemi bütün video çerçeveleri boyunca yapılmasına rağmen nesne pozisyonu tahmini için periyot değerinin hesaplanması gerekmektedir. Engelsiz ortamda ve engelli ortamda grafiksel gösterimlerle ilgili olarak ilk birkaç video çerçevesi boyunca herhangi bir sapma olmamasının sebebi algoritmanın hareketli nesne yerini tahmin etmek için periyot değerini bekliyor olmasıdır.



### 4.3 Engelsiz Ortam

Çalışmanın bu bölümünde belirlenen süre boyunca nesne hareketlerinin herhangi bir engelle karşılaşmadan tamamlandığı durumları ve bu durumlara ait sonuçları incelemektedir.

Aşağıda Şekil 4.1’de gösterilen ortam hareketli nesnelerin herhangi bir engelle karşılaşmadan hareketlerini tamamladıkları ortamlar için örnek olabilir. Bu durumda nesne hareketi süresince kamera ile nesne arasına herhangi bir engel girmemekte ve kamera izlenen nesneyi hareketi boyunca aralıksız gözlemleyebilmektedir.



Şekil 4.2 Engelsiz Ortamda Cisim Merkezi

Bütün ortamlarda ortak olarak belirlenen dış hatları kullanarak nesne merkezinin belirlenmesi amacıyla kullanılan yapıda nesne genişliğinin orta noktası  $x$  ekseni merkezi, nesne yüksekliğinin orta noktası  $y$  ekseni merkezi olarak kabul edilmiştir.

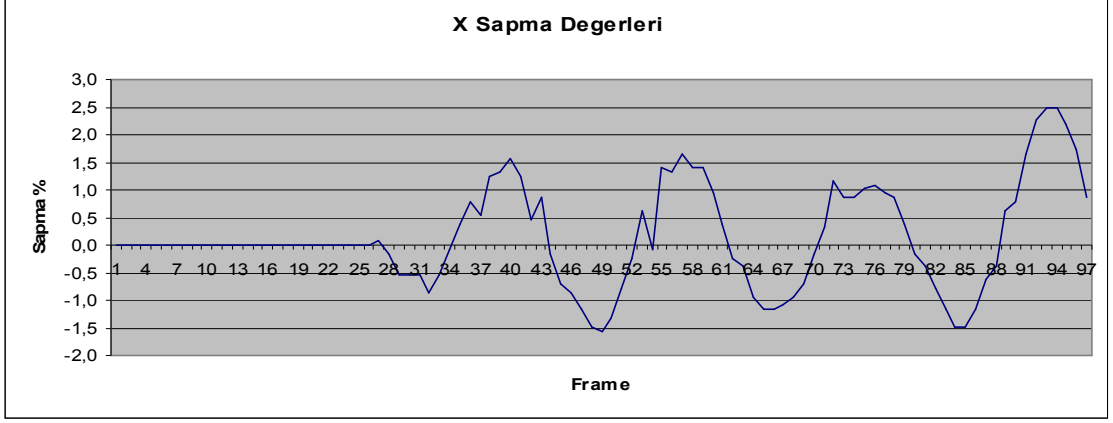
Hareket halindeki nesnelere  $x$  ve  $y$  eksenleri için merkezlerin belirlenmesinde aşağıda verilen yapı kullanılmıştır.

Herhangi bir count numaralı video çerçevesi için nesne merkezi hesaplanması;

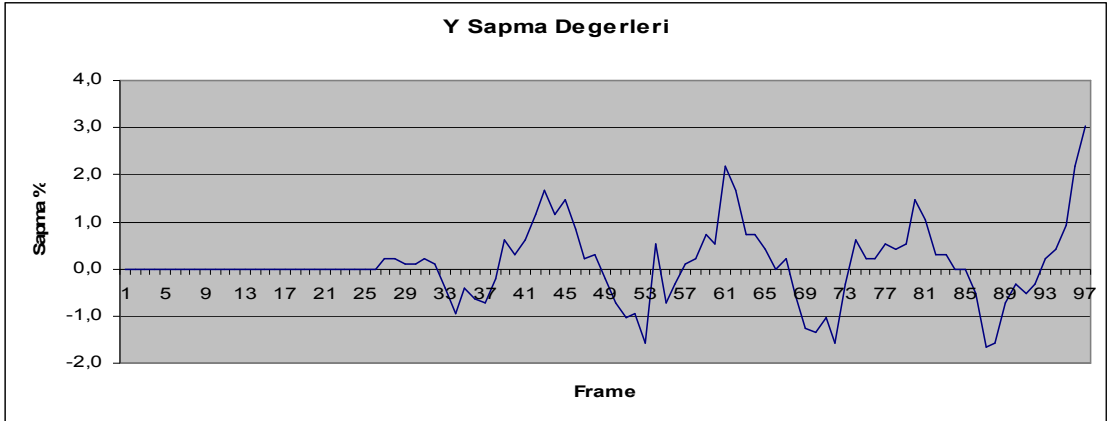
```
centerx (count) = ((sol + sag)/2);  
centery (count) = ((tepe + alt)/2);
```

formülü ile yapılmıştır.

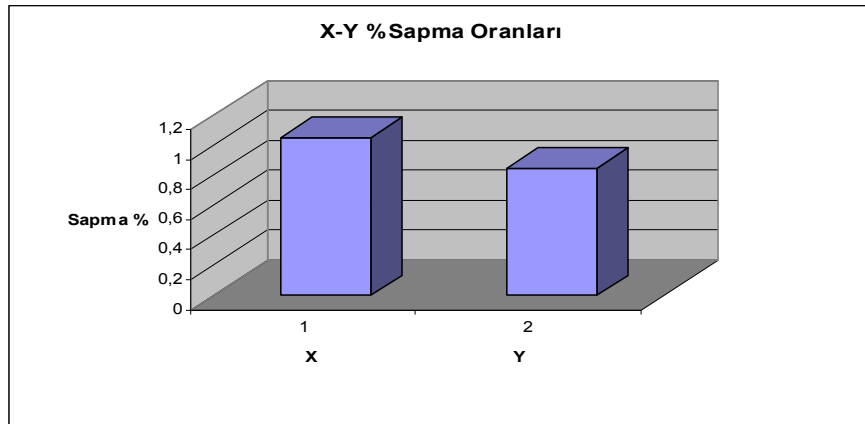
## Engelsiz Ortam Deney #1



Şekil 4.3 Engelsiz Ortam Deney 1 X Sapma Değerleri

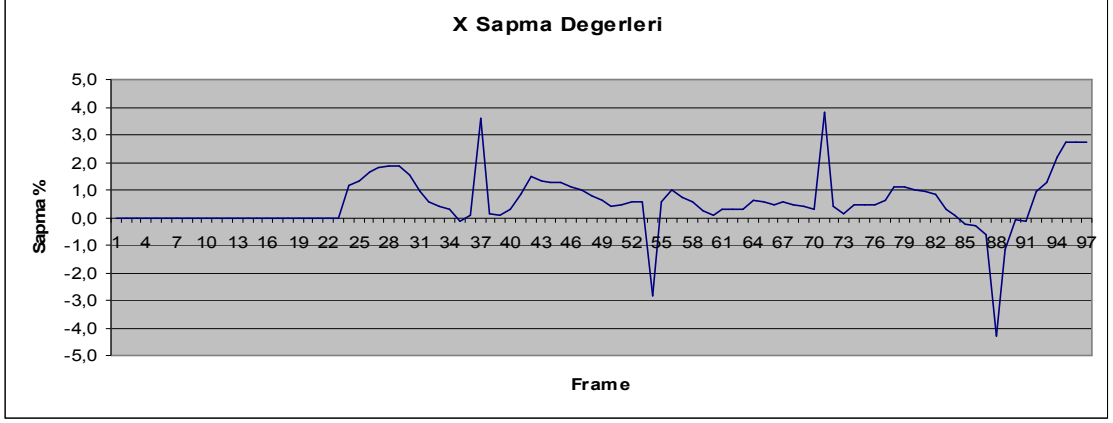


Şekil 4.4 Engelsiz Ortam Deney 1 Y Sapma Değerleri

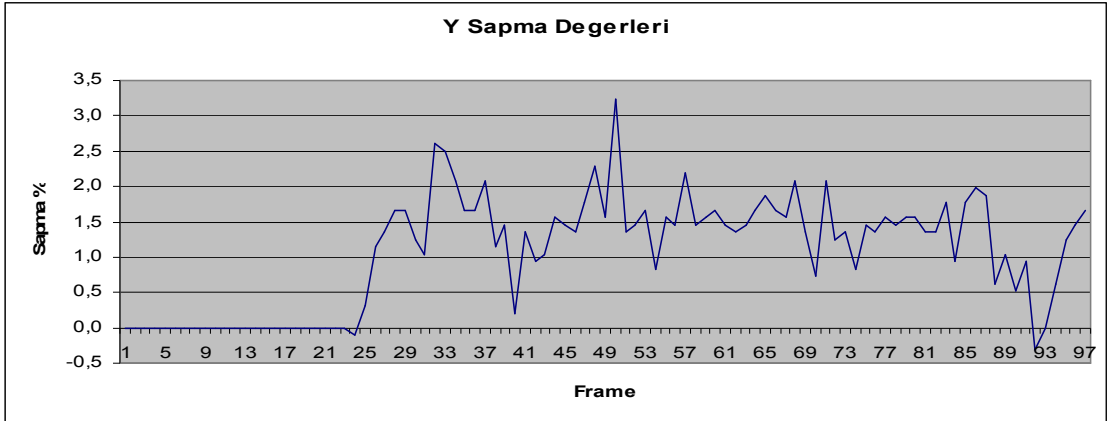


Şekil 4.5 Engelsiz Ortam Deney 1 X –Y Eksenleri Tahmin Sapma Yüzdesi

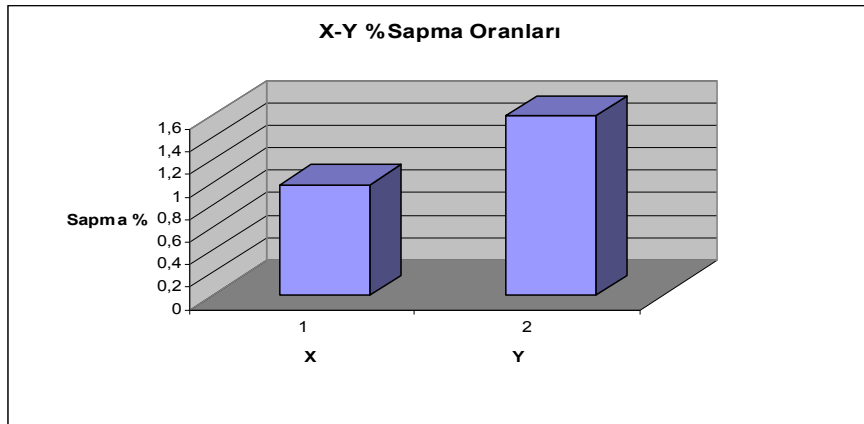
## Engelsiz Ortam Deney #2



Şekil 4.6 Engelsiz Ortam Deney 2 X Sapma Değerleri

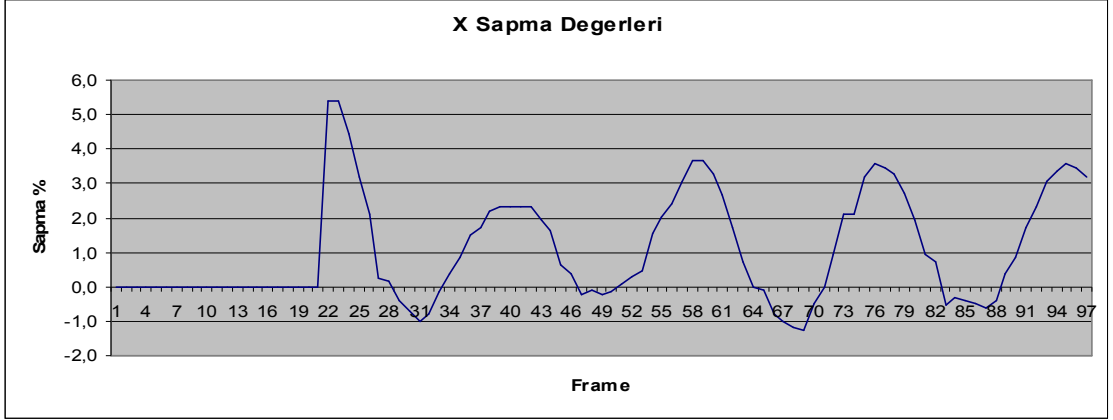


Şekil 4.7 Y Engelsiz Ortam Deney 2 Sapma Değerleri

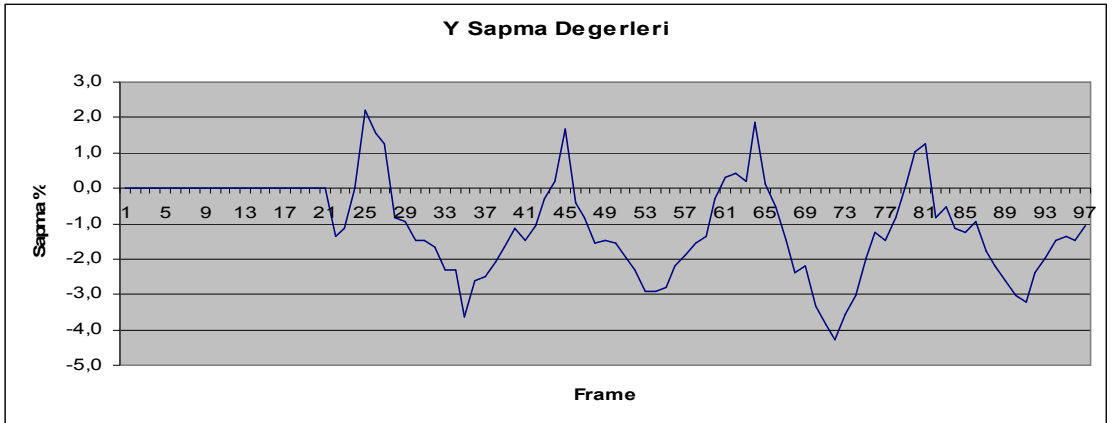


Şekil 4.8 Engelsiz Ortam Deney 2 X –Y Eksenleri Tahmin Sapma Yüzdesi

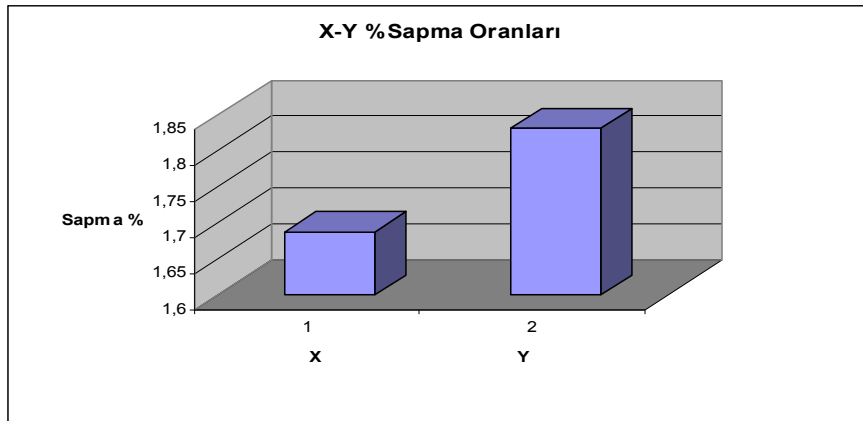
### Engelsiz Ortam Deney #3



Şekil 4.9 Engelsiz Ortam Deney 3 X Sapma Değerleri



Şekil 4.10 Engelsiz Ortam Deney 3 Y Sapma Değerleri



Şekil 4.11 Engelsiz Ortam Deney 3 X-Y Eksenleri Tahmin Sapma Yüzdesi

Engelsiz ortamda yapılan ilk deney sonucunda Şekil 4.3-Şekil 4-5 'de görüleceği üzere  $x$  ekseninde ortalama tahmini merkez hesaplanmasında yaklaşık olarak %1,05 ve  $y$  ekseninde ise ortalama % 0,85 oranında sapma mevcuttur.

Engelsiz ortamda yapılan ikinci deney sonucunda Şekil 4.6.- Şekil 4.8'de görüleceği üzere  $x$  ekseninde ortalama % 0,97 ve  $y$  ekseninde %1,59 sapma ile hareketli nesnenin yeri tahmin edilebilmiştir.

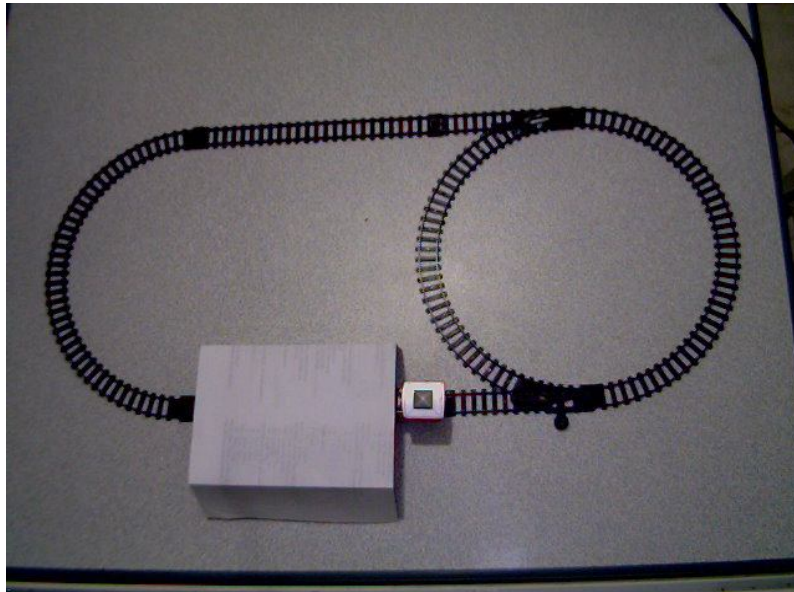
Birinci ve ikinci deneylere benzer şekilde gerçekleştirilen üçüncü ve son deneyde  $x$  eksenini için ortalama %1,68  $y$  eksenini için ortalama %1,83 sapma gözlemlenmiştir.

Yapılan deneylerin nesne hareketleri ve ışık değişimleri gibi farklı koşullarda gerçekleşmesinden ötürü hareketli nesnelerin yerlerinin tahmin edilmesinde yüzdesel olarak ufak farklılıklarla karşılaşmaktadır

#### 4.4 Engelli Ortam

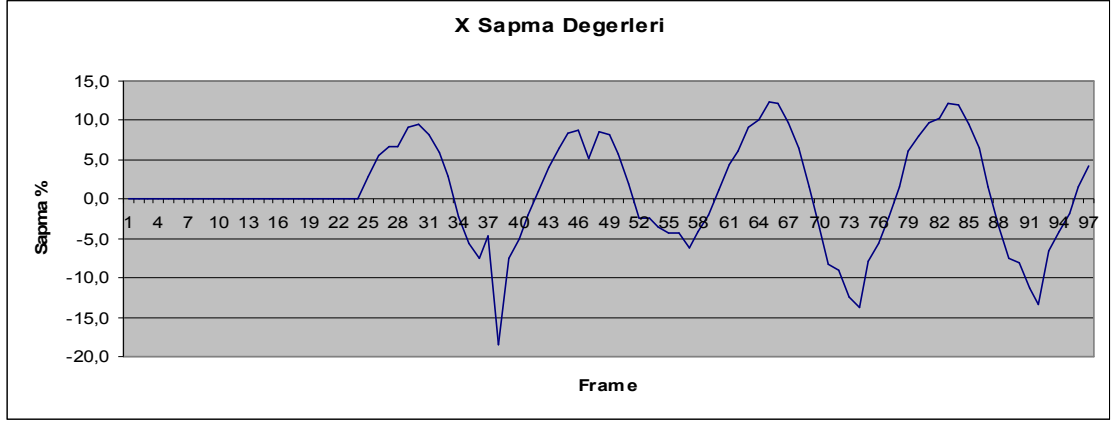
Çalışmanın bu bölümünde nesne hareketi süresince nesne ve kamera arasında herhangi bir engelin girmesi, nesnenin kısmen veya tamamen görüntülenememesi durumunda geliştirilen algoritmanın davranış biçimleri ve bu durumlara ait sonuçlar incelenmektedir.

Şekil 4.12’de gösterilen ortam hareketli nesnelere ile kamera arasında yer alan engel ve nesnenin kısmen görüntülenememesine örnek olarak verilebilir. Bu ve buna benzer durumlarda kamera ve hareketli nesne arasında engel olmasından dolayı kamera hareketli nesneyi her zaman görüntüleyememekte ve bölüm 3.5.1’de incelendiği gibi kesintisiz bir izleme gerçekleştirilememektedir. Nesne hareketlerinin takibinin kesintisiz olarak yapılamamasından ötürü kamera ile nesne arasında engel girmesi durumunda nesnenin o an nerede bulunması gerektiğine yönelik bir tahmin metodu geliştirilmiştir. Geliştirilen tahmin metodu nesnenin daha önceki video çerçeveleri içerisinde yapmış olduğu hareketleri analiz edip hareket haritası oluşturularak nesnenin herhangi bir video çerçevesi içerisinde bulunması gereken yeri tahmin etmeye çalışmaktadır.

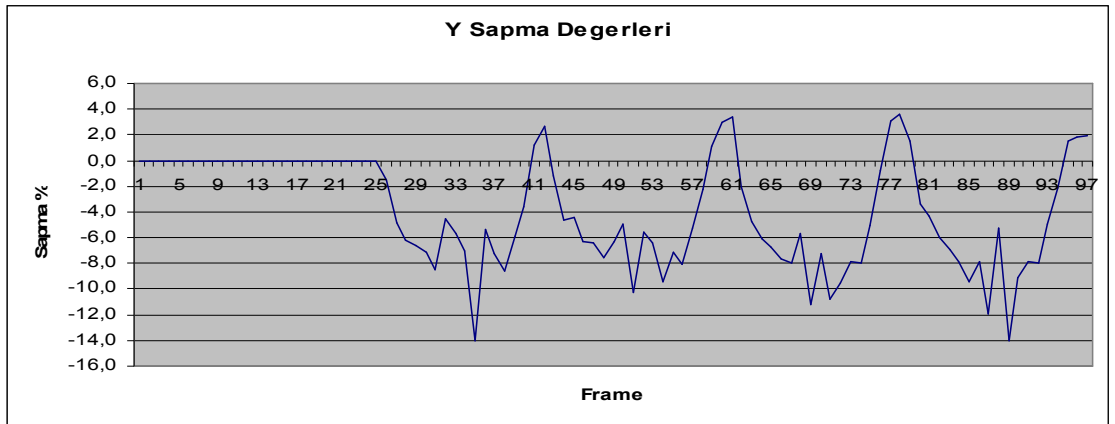


Şekil 4.12 Engelli Ortam

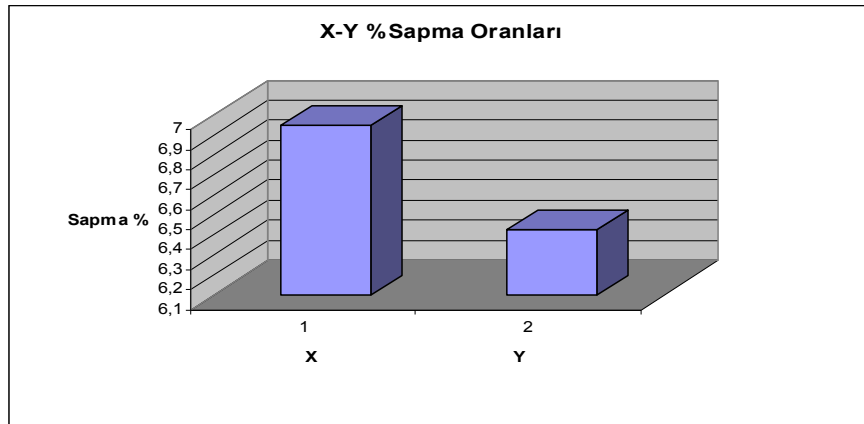
## Engelli Ortam Deneý #1



Şekil 4.13 Engelli Ortam Deneý 1 X Sapma Deęerleri



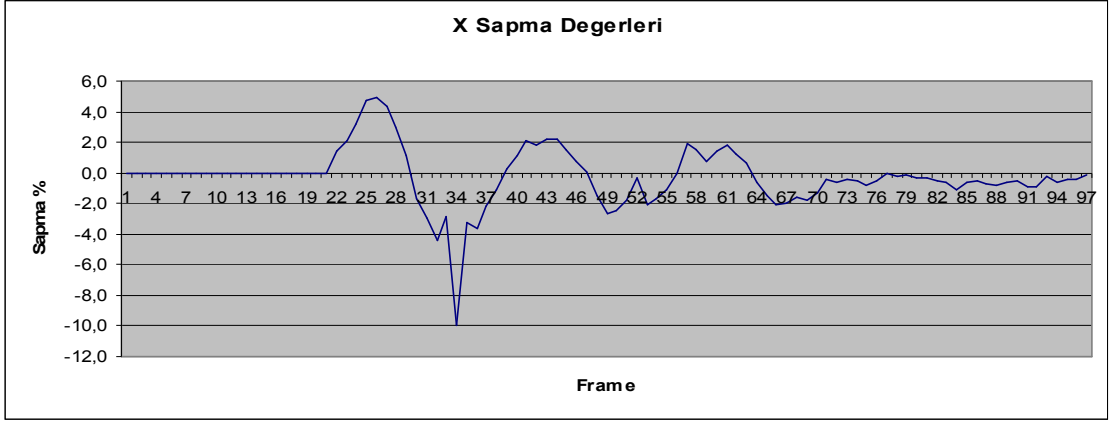
Şekil 4.14 Engelli Ortam Deneý 1 Y Sapma Deęerleri



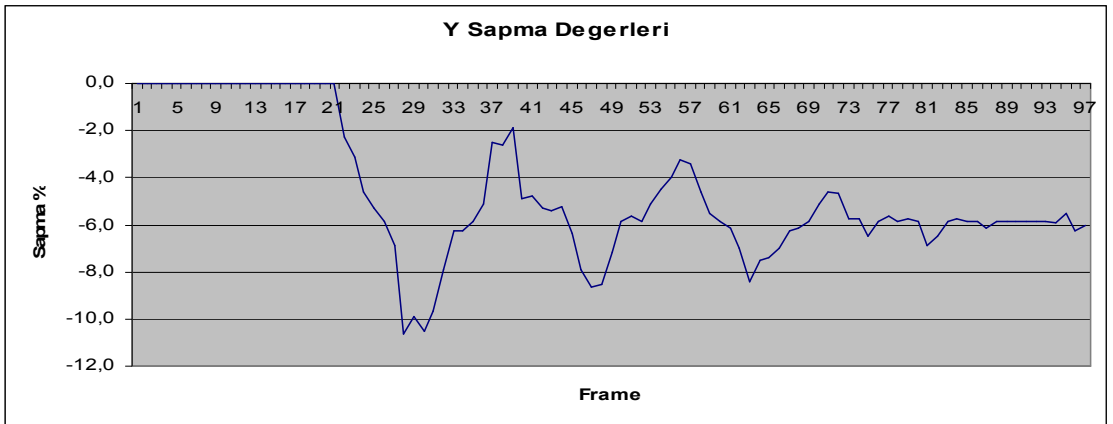
Şekil 4.15 Engelli Ortam Deneý 1 X-Y Eksenleri Tahmin Sapma Payı



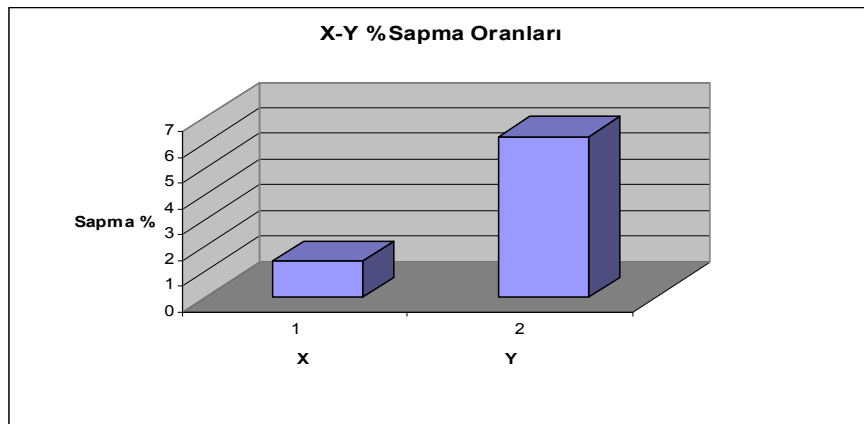
## Engelli Ortam Dency #2



Şekil 4.16 Engelli Ortam Dency 2 X Sapma Değerleri

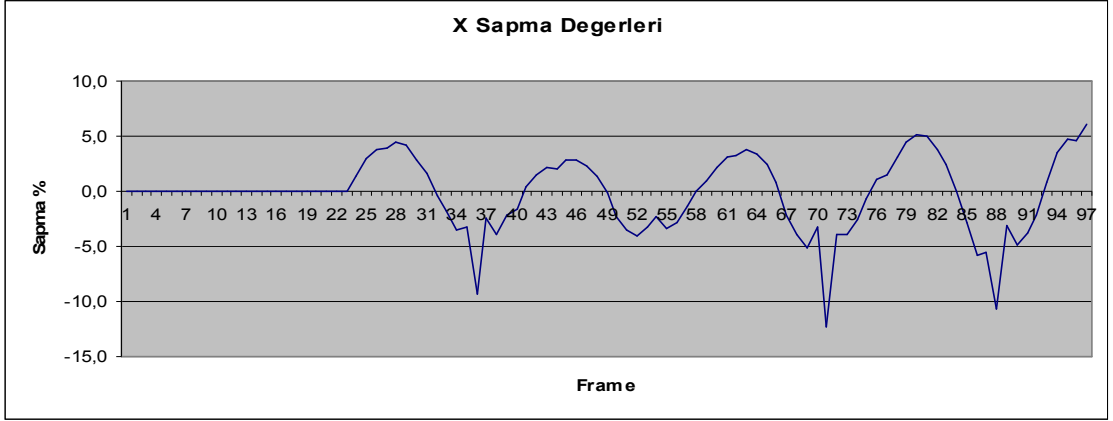


Şekil 4.17 Engelli Ortam Dency 2 Y Sapma Değerleri

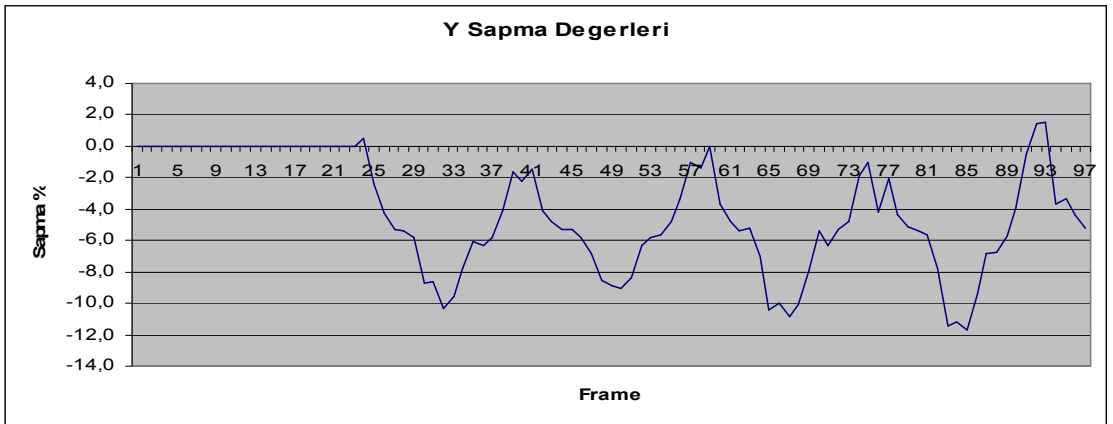


Şekil 4.18 Engelli Ortam Dency 2 X-Y Eksenleri Tahmin Sapma Payı

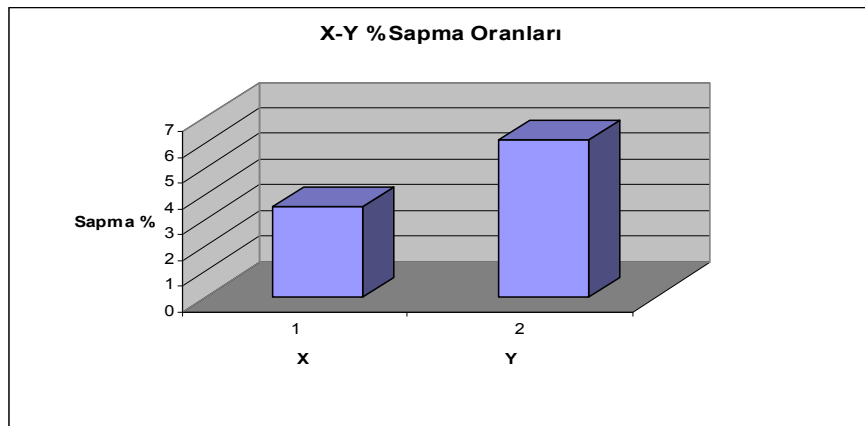
### Engelli Ortam Deney #3



Şekil 4.19 Engelli Ortam Deney 3 X Sapma Değerleri



Şekil 4.20 Engelli Ortam Deney 3 Y Sapma Değerleri



Şekil 4.21 Engelli Ortam Deney 3 X-Y Eksenleri Tahmin Sapma Payı

Engelli ortamda yapılan deneyler, engelsiz ortamda yapılan deneylere benzer şekilde aynı ortam koşullarında gerçekleştirilmiştir. Engelli ortamdan farklı olarak yapılan deneyler süresince hareketli nesne ile kamera arasına engel yerleştirilerek nesnenin kısmen veya tamamen kamera görüş açısından çıkması sağlanarak geliştirilen algoritmanın başarılı sonuçlar üretilip üretilmediği gözlemlenmiştir.

Engelli ortamda yapılan ilk deney sonucunda Şekil 4.13-Şekil 4.15 'de görüleceği üzere  $x$  ekseninde ortalama tahmini merkez hesaplanmasında yaklaşık olarak %6,9 ve  $y$  ekseninde ise ortalama % 6,4 oranında sapma mevcuttur.

Engelli ortamda yapılan ikinci deney sonucunda Şekil 4.16-Şekil 4.18'de görüleceği üzere  $x$  ekseninde ortalama %1,41 ve  $y$  ekseninde %6,23 sapma ile hareketli nesnenin yeri tahmin edilebilmiştir.

Birinci ve ikinci deneylere benzer şekilde gerçekleştirilen üçüncü ve son deneyde  $x$  eksenini için ortalama %3,48  $y$  eksenini için ortalama %6,09 sapma gözlemlenmiştir.

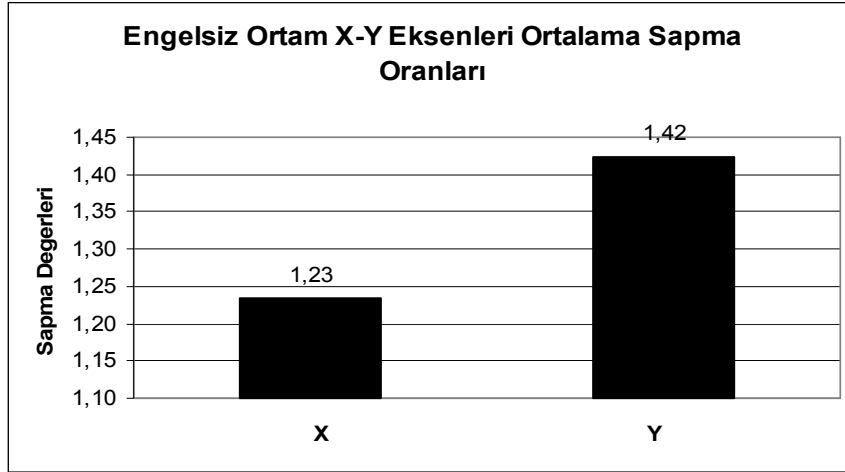
Yapılan deneylerin nesne hareketleri ve ışık değişimleri gibi farklı koşullarda gerçekleşmesinden ötürü hareketli nesnelerin yerlerinin tahmin edilmesinde yüzdesele olarak ufak farklılıklarla karşılaşmaktadır

## BÖLÜM V

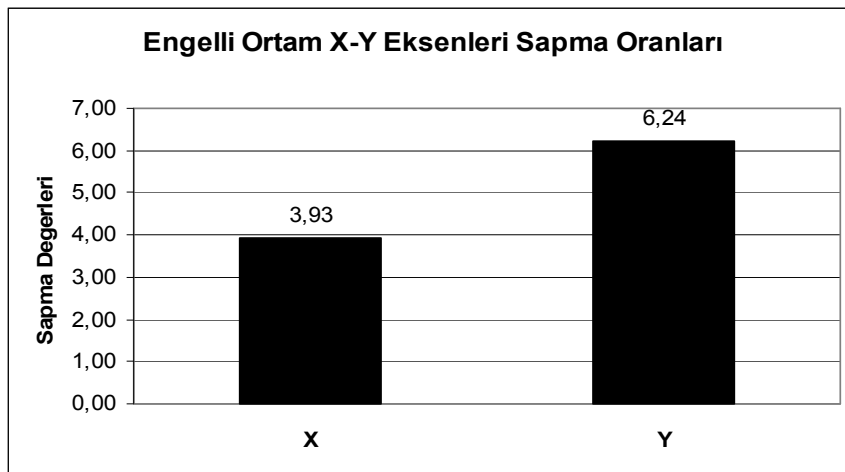
### 5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

#### 5.1 Sonuçlar

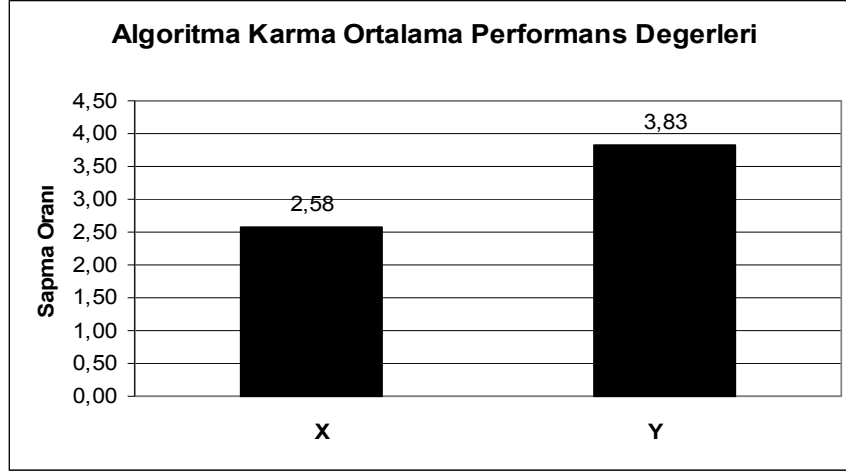
Çalışma süresince elde edilen veriler ve yapılan deneyler sonucunda geliştirilen algoritmanın engelli ve engelsiz ortamlarda gerçekleştirdiği ortalama performans değerleri aşağıda Şekil 5.1 - 5.3 'de gösterildiği gibidir.



Şekil 5.1 Engelsiz Ortam Ortalama Performans Değerleri



Şekil 5.2 Engelli Ortam Ortalama Performans Değerleri



Şekil 5.3 Algoritma Karma Ortalama Performans Değerleri

Çalışmada geliştirilen algoritmanın engelli ve engelsiz ortamda test edilmesi ile elde edilen sonuçlar daha önceki bölümlerde görülebileceği üzere yüzdesel olarak farklı değerlere sahiptir. Engelli ortamda elde edilen doğruluk yüzdesinin engelsiz ortama kıyasla daha yüksek olmasının sebeplerinden en önemlisi izlenen nesnenin belirli bir süre boyunca kamera görüş açısından çıkmasıdır. Daha detaylı açıklanacak olursa, yukarıda şekil 4.12’de gözüktüğü üzere izlenen nesne kamera tarafından görüntülenememekte, dolayısı ile geliştirilen algoritma video çerçevesi boyunca herhangi bir hareket algılayamamaktadır. Video çerçevelerinde hareket algılanamamasından ötürü algoritma nesneyi hareketsiz kabul etmekte ve bundan dolayı en son video çerçevesinde elde edilen nesne görüntüsünü kendisine temel almaktadır. Bununla beraber hareketli nesnenin önceki video çerçevelerinde gerçekleştirmiş olduğu hareketleri kendisine temel alan ve nesne hareketlerini tahmin etmek için kullanılan yapı ise tahmin işlemini yapmaya devam etmekte ve bu sebepten dolayı nesnenin en son görüldüğü video çerçevesindeki görüntüsü ile tahmini değer arasında farklılıklar oluşmaktadır.

Engelli ortamda bahsi geçen yüksek sapma oranlarının sebebi hareketli nesnenin görüntülenmeden tahmin işlemi yapılmasından kaynaklanmaktadır.

## 5.2 Geleceğe Yönelik Çalışmalar

Gelişen teknoloji ile beraber günümüzde kullanımı ve gereksinimi artan video işleme teknolojileri ile ilgili uygulamaların önümüzdeki dönemde hızla artması beklenmektedir. Sınır güvenliği, otomatik gözetleme sistemleri, trafik gözetleme ve kontrol sistemleri gibi güvenliğe yönelik uygulamalardaki gereksinimlerin video işleme tekniklerinin önemini arttırması kaçınılmazdır.

Çalışmada geliştirilen yöntem ile günümüzde kullanılan video işleme tekniklerine benzer şekilde başarılı sonuçlar elde edilmesine karşın daha isabetli sonuçların elde edilmesine yönelik araştırmalar öncelikli olarak ele alınabilir. Çalışma boyunca hareketli nesnelerin tespiti için kullanılan yapı üzerinde gerçekleştirilebilecek değişiklikler yardımı ile algoritma performansı artırımı ile çalışma etkinliğini arttırılabilir. Çalışmada hareketli nesnelerin dış hatlarının detaylı tespiti için kullanılan eşik değerlerinin hesaplanması işlemi statik olarak yapılmaktadır. Ayrıca video çerçeve geçişleri arasında hareket değişiminden kaynaklanan farkın her bir çerçeve için farklı yapıda olması bulanık mantık (Fuzzy Logic ) yöntemleri ile araştırılarak dinamik eşik değerleri belirlenebilir.

Kullanılan eşik değerinin dinamik bir yapı ile belirlenmesi durumunda ortamda bulunan ışık ve görüntü üzerinde yer alan kirliliğin performans üzerinde oluşturduğu etkilerinin azaltılması ile yapı daha etkin bir hale getirilebilir.

Çalışmada kullanılan algoritma ve genel yapıda gerçekleştirilecek değişiklikler ile performans artışı sağlanabilir bunun yanı sıra yüksek oranda performans artışı gerçekleştirebilmek için algoritma ve genel yapıdaki değişikliklere ek olarak güçlü fiziksel donanım yardımı gerekmektedir. Örnek verilecek olursa geliştirilen algoritmaya ait testler standart kişisel bilgisayarlar yardımı ile yapılmıştır. Algoritmanın yüksek işlemci gücüne sahip sistemler üzerinde çalıştırılması ile beraber büyük oranda performans artışı sağlanması beklenmektedir.

Çalışma etkinliğini ve kullanım alanlarını arttırmak için mevcut algoritma üzerinde değişiklik yapılarak kullanım sahalarını arttırmak mümkün

gözükmektedir. Örnek verilecek olursa kullanılan yapıda ele alınan görüntünün yukarıdan kuş bakışı olmasından dolayı nesne geometrisi iki boyutta incelenmiştir. Trafik gözetleme ve kontrol sistemleri, ulusal sınır güvenliği gibi nesne duyarlı sistemler için 3-D (üç boyutlu) nesne belirleme modelleme ve izleme algoritmaları geliştirilebilir. 3-D nesne modellemesi yardımı ile izlenecek olan nesnelere ait geometrilerin ayrımı ile beraber farklı geometrilerdeki hareketli nesnelere ayırt etmek için harcanacak enerji en düşük seviyede tutularak görünüş işleme maliyetinden yüksek oranda tasarruf edilebilir.

Çalışma süresince geliştirilen model temel alınarak daha hızlı çalışabilen tekniklerin geliştirilmesi gerçek zamanlı uygulamaların başarı oranını arttıracak, dolayısı ile çalışmanın geliştirme amacı başarıya ulaşmış sayılacaktır. Çalışma için yukarıda bahsedilen gerekli düzenlemelerin yapılması ile beraber gerçek zamanlı çalışabilen etkili yapıların kullanımı mümkün olacaktır.

## KAYNAKLAR

- [1] Mieziako, R., Motion detection and object tracking in grayscale videos based on spatiotemporal texture changes, Doktora Tezi, Temple Üniversitesi.2006
- [2] Dedeoğlu, Y., Moving object detection, tracking and classification for smart video surveillance. Yüksek Lisans Tezi, Bilkent Üniversitesi. 2004
- [3] A.Yılmaz, O. Javed, M.Shah., Object Tracking A survey: ACM computing surveys vol 38 no:4 Article ,Aralık 2006
- [4] R. T. Collins et al. A system for video surveillance and monitoring: VSAM final report. Technical report CMU-RI-TR-00-12, Robotics Institute, Carnegie Mellon Üniversitesi, Mayıs 2000
- [5] A. Amer. Voting-based simultaneous tracking of multiple video objects. In Proc. SPIE Int. Symposium on Electronic Imaging, pages 500–511, Santa Clara, USA, Ocak 2003.
- [6] J. S. Marques, P. M. Jorge, A. J. Abrantes, and J. M. Lemos. Tracking groups of pedestrians in video sequences. In Proc. of IEEE Workshop on Multi-Object Tracking, Haziran 2003.
- [7] I. Haritaoglu. A Real Time System for Detection and Tracking of People and Recognizing Their Activities. PhD thesis, University of Maryland at College Park, 1998.
- [8] D. M. Gavrila. The analysis of human motion and its application for visual surveillance. 2. IEEE Uluslararası Video Gözetleme sistemleri Çalıştayı Fort Collins, A.B.D ,1999.
- [9] C. Stauffer and W.E.L. Grimson. Learning patterns of activity using real-time tracking. IEEE Pattern Recognition and Machine Intelligence, Ağustos 2000.
- [10] S. Khan and M. Shah. Tracking people in presence of occlusion. Asya Computer Vision Konferansı , Taipei, Tayvan, Ocak 2000
- [11] J. Heikkila and O. Silven: A real-time system for monitoring of cyclists and pedestriansin: Second IEEE Workshop on Visual Surveillance Fort Collins, Colorado (Temmuz 1999)
- [12] B.P.L. Lo and S.A. Velastin, “Automatic congestion detection system for underground platforms,” Proc. of 2001 Int. Symp. on Intell. Multimedia, Video and Speech Processing, sayfa 158-161, 2000.
- [13] Stauffer C. , W.E.L. Grimson, “Learning patterns of activity using real-time tracking”, IEEE Trans. on Patt. Anal. and Machine Intell., vol. 22, no. 8, pp. 747-757, 2000.
- [14] Elgammal, A., Harwood, D., and Davis, L.S., “Non-parametric Model for Background Subtraction”, Proc. of ICCV '99 FRAME-RATE Workshop, 1999.



- [15] B. Han, D. Comaniciu, and L. Davis, "Sequential kernel density approximation through mode propagation: applications to background modeling," Proc. ACCV -Asian Conf. on Computer Vision, 2004.
- [16] Comaniciu, D., Meer, P. Mean shift: A robust approach toward feature space analysis. *IEEE Trans. Patt. Analy. Mach. Intell.*, 2002
- [17] Sahoo, P. K., Soltani, S., and Wong, A. K. C., "A survey of thresholding techniques," Computer Vision, Graphics, and Image Processing, Vol. 41, 1988, 233-260.
- [18] Canny, J., *A Computational Approach To Edge Detection*, IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, 8:679-714, 1986.
- [19] Tsuji H, Tokumasu S, Takahashi H, Nakajima M: Extracting Objects Using Contour Evolutions in Edge-Based Object Tracking, Journal of Advanced Computational Intelligence and intelligent informatics Vol.10 No.3, 2006
- [20] T. Meier, and K. N. Ngan, "Automatic Segmentation of Moving Objects for Video Object Plane Generation," IEEE Trans. CSVT, Vol.8, No.5, 1998.
- [21] Ryuzo Okada, Yoshiaki Shirai and Jun Miura," Object Tracking Based on Optical Flow and Depth" Proceedings of the 1996 IEEE/SICE/RSJ International Conference on Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems
- [22] M.V.Srinivasan Generalized gradient schemes for the measurement of two-dimensional image motion. *Biological Cybernetics*, vol.63, pp.421-431, 1990.
- [23] A. Cavallaro, O. Steiger, and T. Ebrahimi. Tracking video objects in cluttered background. *Circuits and Systems for Video Technology*, IEEE Transactions on, 15(4):575– 584, April 2005.
- [24] D. Koller, K. Daniilidis and H.H. Nagel: Model Based Object Tracking in monocular image sequences of road Traffic Scenes. *International Journal of computer vision* 10(3):257-281, 1993
- [25] Korn, A.F.: Towards a symbolic representation of intensity changes in images. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, PAMI-10:610–625. 1988
- [26] Shi J. , Tomasi C. : Good features to track. *IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR94)*, Seattle, June 1994
- [27] Xu D. , Hwang J. , Yu J. : An Accurate Region Based object tracking for Video Sequences. 1999 IEEE 3rd Workshop on Multimedia Signal Processing Copenhagen, Denmark, 1999
- [28] Kass M., Witkin A., Terzopoulos D.: Snakes: Active Contour Models. *International Journal of Computer Vision*. 1987.
- [29] N. Saunier, T., A feature-based tracking algorithm for vehicles in intersections,

IEEE 3<sup>rd</sup> Canadian Conference on Computer and Robot Vision, 2006

[30] X. Liu, D. Yao, L. Cao, L. Peng, Z. Zhang, A feature-based real-time traffic tracking system using spatial filtering, 2001 IEEE Intelligent Transportation Systems Conference Proceedings -Augustos 2001

[31] R. Ginhoux, Jens-Steffen G., Model Based Object Tracking Using Stereo Vision IEEE International Conference on Robotics & Automation Korea . Mayis 2001

[32] Bowyer, K., Kranenburg, C., and Dougherty, S. 2001. Edge detector evaluation using empirical roc curve. *Comput. Vision Image Understand.*

[33] Panetta K., Wharton E. J. Logarithmic Edge Detection with Applications *Journal of computers*, vol. 3, no. 9, Ekim 2008

[34] Ude A., Filtering in a unit quaternion space for model-based object tracking 28<sup>th</sup> Robotics and Autonomous Systems (1999)

[35] D.B. Gennery, Visual tracking of known three-dimensional objects, *International Journal Computational Vision*.1992

[36] S. Lee, Y. Kay, A Kalman filter approach for accurate 3-D motion estimation from a sequence of stereo images, *CVGIP: Image Understanding* 54 (2) (1991) 244-258.

[37] J. Weng, P. Cohen, N. Rebibo, Motion and structure estimation from stereo image sequences, *IEEE Trans. Robotics*. 1992

[38] J.J. Wu, R.E. Rink, T.M. Caelli, V.G. Gourishankar, Recovery of the 3-D location and motion of a rigid object through camera image (an extended Kalman filter approach), *International Journal of Computer Vision* 1988

[39] Z. Zhang, O. Faugeras, *3D Dynamic Scene Analysis*, Springer, Berlin, 1992.

[40] Jurie F., Model-Based Object Tracking in Cluttered Scenes with Occlusions *International Conference on Robotics* 1997 IEEE

[41] T.M. Breuel. Fast recognition using adaptive subdivisions of transformation space. In *Proc. IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, Illinois, 1992.

[42] D. DeMenthon. De la vision artificielle a la realit,e synthetique : systeme d'interaction avec un ordinateur utilisant l'analyse d'images video.1993

[43] Hager G.D., Toyama K. , "The xvision-system: A portable substrate for real-time vision applications," *Comput. Vision Image Understanding*, vol. 69, 1998.

[44] Harris C.G., Stennet C., "RAPID—A video rate object tracker," *British Machine Vision Conference*, 1990

[45] Isard M., Blake A., "CONDENSATION—Conditional density propagation for visual tracking," *Int. J. Comput. Vision*, vol. 29, no. 1, 1998.

- [46] Ude A., Atkeson C., "Probabilistic detection and tracking at high frame rates using affine warping," in *Proc. Int. Conf. Pattern Recognition*, Quebec City, Canada, 2002
- [47] Vincze M., Schlemmer M., Gemeiner P., Ayromlou M. Vision for Robotics: A Tool for Model-Based Object Tracking IEEE Robotics & Automation Magazine December 2005
- [48] Castaneda B., Yuriy Luzanov Y., Cockburn J. A modular architecture for real-time feature-based tracking IEEE ICASSP 2004
- [49] Huang Y., Huang T.Y., Niemann H. A Region Based method for model-free object tracking IEEE 2002
- [50] Black M., Yacoob Y., Tracking and recognizing rigid and non-rigid facial motions using local parametric models of image motion, ICCV'95, 1995
- [51] Lam C., Yuen S. A fast active contour algorithm for object tracking in complex background. 3<sup>rd</sup> international congress of signal image processing
- [52] A.A.Amini, T.E.Weymouth, R.C.Jain, Using Dynamic Programming for solving variational problems in vision IEEE Tans. PAMI, 1990
- [53] C.A.Davatzikos, J.L.Prince, An interactive contour model for mapping the cortex, IEEE trans. Medical Imaging 1995
- [54] D.Geiger, A.Gupta, L.A.Costa, J.Vlontzos Dynamic programming for detecting tracking and matching deformable contours IEEE Trans PAMI correspondence 1995
- [55] F.Leymarie, M.D. Levine, Tracking Deformable Objects in the plane using an active contour model IEEE Trans PAMI 1993
- [56] T. Hwang, S. Cho, J. Park, K. Choi, Object tracking for a video sequence from a moving vehicle: A Multi-Modal Approach. ETRI Journal Volume 28. June 2008
- [57] C. Kim, J. Hwang, Fast and automatic video object segmentation and tracking for content based application IEEE trans on Circuits and systems for Video technology vol 12 Feb 2002
- [58] Y. Yoon, A. Kosaka, J.B. Park, A.C.Kak, A new Approach to the use of edge extermities for model based object tracking IEEE international Conference on Robotics and Automation April 2005
- [59] A. Censi, A. Fusiello, V.Roberto, Image Stabilization by features tracking 10th International Conference on Image analysis September 1999
- [60] P. Kumar, P. Guha and A. Mukerjee, Colour and Feature Based Multiple Object Tracking Under Heavy Occlusions, Computer Vision Group, IIT Kanpur

- [61] L. Li and Z. Feng , an efficient object tracking method based on adaptive nonparametric approach opto-electronics review regular papers
- [62] A. Adam, E. Rivlin, I. Shimshoni ,Robust Fragments-based Tracking using the Integral Histogram 2006 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition
- [63] Z. Zivkovic B. Krose, An EM-like algorithm for color-histogram-based object tracking 2004 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition
- [64] J. Pan, B. Hu, J. Zhang An Efficient Object Tracking Algorithm with Adaptive Prediction of Initial Searching Point Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006
- [65] S. Zhou, R. Chellappa, B. Moghaddam, Visual Tracking and Recognition Using Appearance-Adaptive Models in Particle Filters Mitsubishi Electric Research Laboratories TR2004-028 December 2004
- [66] K. Huang, L. Wang, T. Tan, S. Maybank, Areal-time object detecting and tracking system for outdoor night surveillance, The journal of pattern recognition society May 2007
- [67] P. Tissainayagam, D. Suter, Object tracking in image sequences using point features The journal of pattern recognition society May 2004

## **EKLER**

## **ENGELSİZ ORTAM**

## **EK A Engelsiz Ortam 1. Deney Verileri**

Ek A Birinci Deney Gerçek ve Tahmini Piksel Değerleri

Frame#	centerx	centery	guessx	guessy	frame#	centerx	centery	guessx	guessy	frame#	centerx	centery	guessx	guessy	frame#	centerx	centery	guessx	guessy
1	0	0	0	0	26	525,5	277,5	525,5	277,5	51	122	340	127	345	76	365,5	152,5	358,5	151,5
2	307,5	195	0	0	27	506	325,5	505,5	324,5	52	93,5	286	95	290,5	77	431	166,5	425	164
3	276	150,5	0	0	28	472	363	473	362	53	96	230,5	92	238	78	483	194	477,5	192
4	347,5	151	0	0	29	414,5	380	418	379,5	54	118,5	188	119	185,5	79	515,5	243	513	240,5
5	415	160	0	0	30	342,5	381	346	380,5	55	166	158,5	157	162	80	520,5	296,5	521,5	289,5
6	470,5	186	0	0	31	264,5	379	268	378	56	221,5	142	213	143,5	81	495	339,5	497,5	334,5
7	507,5	222,5	0	0	32	187,5	372	193	371,5	57	288	146	277,5	145,5	82	454	370,5	459	369
8	526	278	0	0	33	127,5	345,5	131	347,5	58	359	152	350	151	83	390,5	383	398	381,5
9	506	325	0	0	34	95,5	291	96	295,5	59	425,5	164,5	416,5	161	84	314,5	381	324	381
10	473,5	362,5	0	0	35	92,5	238,5	90	240,5	60	478	192,5	472	190	85	236,5	377,5	246	377,5
11	418,5	380	418,5	380	36	119,5	186	114,5	189	61	513,5	241	511	230,5	86	164	362	171,5	364,5
12	346,5	381	346,5	381	37	157,5	162,5	154	166	62	522	290	523,5	282	87	112,5	325	116,5	333
13	268,5	378,5	268,5	378,5	38	213,5	144	205,5	145	63	498	335	500,5	331,5	88	89	271	91,5	278,5
14	193,5	372	193,5	372	39	278	146	269,5	143	64	459,5	369,5	465,5	366	89	101	221	97	224,5
15	131,5	348	131,5	348	40	350,5	151,5	340,5	150	65	398,5	382	406	380	90	130	178	125	179,5
16	96,5	296	96,5	296	41	417	161,5	409	158,5	66	324,5	381,5	332	381,5	91	181	153,5	170,5	156
17	90,5	241	90,5	241	42	472,5	190,5	469,5	185	67	246,5	378	253,5	377	92	240,5	142,5	226	144
18	115	189,5	115	189,5	43	511,5	231	506	223	68	172	365	178	367,5	93	309,5	147	293,5	146
19	154,5	166,5	154,5	166,5	44	524	282,5	525	277	69	117	333,5	121,5	339,5	94	381	154	365	152
20	206	145,5	206	145,5	45	501	332	505,5	325	70	92	279	93	285,5	95	444,5	170,5	430,5	166
21	270	143,5	270	143,5	46	466	366,5	471,5	362,5	71	97,5	225	95,5	230	96	493,5	204	482,5	193,5
22	341	150,5	341	150,5	47	406,5	380,5	414	379,5	72	125,5	180	118	187,5	97	520,5	257	515	242,5
23	409,5	159	409,5	159	48	332,5	382	342	380,5	73	171	156,5	165,5	158	98	516	311	520	296
24	470	185,5	470	185,5	49	254	377,5	264	378,5	74	226,5	144,5	221	141,5	99	482,5	351,5	494,5	339
25	506,5	223,5	506,5	223,5	50	178,5	368	187	371,5	75	294	146,5	287,5	145,5	100	435,5	376	453,5	370

f:frame



## **EK B Engelsiz Ortam 2. Deney Verileri**

Ek B Engelsiz Ortam 2. Deney Gercek ve Tahmini Piksel Değerleri

Frame#	centerx	centery	guessx	guessy	frame#	centerx	centery	guessx	guessy	frame#	centerx	centery	guessx	guessy	frame#	centerx	centery	guessx	guessy
1	0	0	0	0	26	448	370,5	437,5	365	51	148	164	145	157,5	76	497	337,5	494	331
2	264	192,5	0	0	27	378,5	380	367	373,5	52	203,5	144,5	200	137,5	77	450,5	370	446,5	362,5
3	407,5	230	0	0	28	299,5	377,5	287,5	369,5	53	271	144	267,5	136	78	385	380,5	378	373,5
4	432	164	0	0	29	218,5	375	206,5	367	54	346	148,5	364	144,5	79	306	377,5	299	370
5	485,5	195	0	0	30	148	355	138	349	55	419	159,5	415,5	152	80	223,5	375	217	367,5
6	518	242,5	0	0	31	103	309	97	304	56	478	188	471,5	181	81	154	357	148	350,5
7	517	298,5	0	0	32	87,5	251,5	84	239	57	514	233	509,5	222,5	82	106,5	314,5	101	308
8	488,5	345,5	0	0	33	111,5	195	109	183	58	523	290,5	519,5	283,5	83	86	254,5	84	246
9	441	372	0	0	34	148,5	164,5	146,5	154,5	59	497,5	338	496	330,5	84	107,5	201,5	107	197
10	370,5	380,5	0	0	35	203,5	144,5	204,5	136,5	60	450	369,5	449,5	361,5	85	142,5	168,5	144	160
11	291	376,5	291	376,5	36	271	143	270,5	135	61	381,5	380,5	379,5	373,5	86	197	146,5	199	137
12	210	374	210	374	37	367,5	151,5	344,5	141,5	62	302,5	377	300,5	370,5	87	262	142,5	266	133,5
13	141,5	356	141,5	356	38	419	159	418	153,5	63	220,5	374,5	218,5	367,5	88	336	147,5	363,5	144,5
14	100,5	311	100,5	311	39	475	188	474,5	181	64	151,5	357,5	147,5	349,5	89	407	156,5	414,5	151,5
15	87,5	246	87,5	246	40	513	229,5	511	228,5	65	104,5	315	101	306	90	471,5	183	472	180,5
16	112,5	190	112,5	190	41	523	290,5	517,5	284	66	87,5	253	84,5	245	91	509	227,5	510	223
17	150	161,5	150	161,5	42	499,5	337,5	490	333	67	110,5	204	107	196,5	92	525	282	519	283,5
18	208	143,5	208	143,5	43	453	368,5	444,5	363,5	68	147,5	167	144,5	157	93	501,5	330,5	493,5	330,5
19	274	142	274	142	44	383	380,5	375	373	69	202,5	144	200	137,5	94	461	366	447	363
20	348	148,5	348	148,5	45	304	377,5	296	370,5	70	269,5	140,5	267,5	137	95	399	379,5	381,5	373,5
21	421,5	160,5	421,5	160,5	46	222	374,5	215	368	71	367	151,5	342,5	141,5	96	320	377,5	302,5	370,5
22	478	188	478	188	47	151	356,5	144,5	348	72	418	158,5	415,5	152,5	97	237,5	376	220	368
23	514,5	235,5	514,5	235,5	48	104,5	313	99,5	302	73	475,5	187,5	474,5	181	98	162,5	360	150,5	350
24	521	291	513,5	291,5	49	88	252	84	244,5	74	513,5	230	510,5	226	99	111,5	321,5	103	307,5
25	493,5	340	485	338,5	50	110,5	203,5	108	188	75	522,5	290,5	519,5	283,5	100	88	263	82,5	247,5

f:frame

### **EK C Engelsiz Ortam 3. Deney Verileri**

Ek C Engelsiz Ortam 3. Deney Gercek ve Tahmini Piksel Değerleri

Frame#	centerx	centery	guessx	guessy	frame#	centerx	centery	guessx	guessy	frame#	centerx	centery	guessx	guessy	frame#	centerx	centery	guessx	guessy
1	0	0	0	0	26	93	279	79,5	271,5	51	416,5	157	416	166,5	76	361,5	379,5	338,5	385,5
2	296	193	0	0	27	95,5	222	94	216	52	471,5	183	469,5	194	77	284	376,5	262	383,5
3	405,5	373	0	0	28	123,5	178	122,5	182	53	508	222	505	236	78	208	374	187	378
4	297,5	377	0	0	29	165,5	156,5	168	161	54	526	275,5	516	289,5	79	143,5	354,5	126	354
5	221	374,5	0	0	30	221,5	140,5	226	147,5	55	505,5	324	492,5	337,5	80	103	308	90,5	303
6	154,5	356,5	0	0	31	286,5	141	293	148	56	472,5	360,5	457	371	81	86	258	80	252
7	108	315,5	0	0	32	356	148,5	361	156,5	57	416	377	396,5	386	82	106,5	202	102	206
8	87,5	264,5	0	0	33	424	159,5	425	170,5	58	346,5	378,5	323	386	83	136	171,5	139,5	174
9	102	209	0	0	34	477,5	187	475	198	59	270	376,5	246,5	383	84	190	146	192	151,5
10	130,5	175	0	0	35	513	229	507,5	246,5	60	195	371	174	372,5	85	252	142	254,5	148
11	176	154	176	154	36	524	282,5	514,5	295	61	134	347	117	345,5	86	320,5	146	323,5	150,5
12	234	140,5	234	140,5	37	500,5	330,5	489,5	342,5	62	98,5	296	87,5	294	87	388,5	152	392,5	160,5
13	301	141	301	141	38	465	364	451	374	63	88	245	83,5	244	88	450	170,5	452,5	181
14	369	149,5	369	149,5	39	404,5	379	389,5	387	64	110	199	110	190	89	494,5	205	492	217,5
15	433	163,5	433	163,5	40	331	379	316	384,5	65	147,5	167	148	166,5	90	521,5	254,5	516	269
16	483	191	483	191	41	254,5	376	239,5	383	66	200	144,5	205	147	91	514	305,5	503	321
17	515,5	239,5	515,5	239,5	42	182	365,5	167	370,5	67	262,5	141	269	148	92	485	348,5	470	360
18	522,5	288	522,5	288	43	125	338,5	112,5	340	68	331,5	143,5	339	155	93	440	372	420,5	381,5
19	497,5	335,5	497,5	335,5	44	95,5	287	85	286	69	400,5	153,5	408,5	164	94	375	379,5	353,5	386,5
20	459	367	459	367	45	91,5	237	87,5	229	70	460,5	174	463,5	190	95	299	377	276	383,5
21	397,5	380	397,5	380	46	118	183	115,5	185	71	500	210,5	500	229	96	222	374	200	381
22	324	377,5	289,5	384	47	156	159,5	157,5	163,5	72	524	262	518	282,5	97	156	356,5	135,5	361,5
23	247,5	376	213	381,5	48	213	140	213,5	147,5	73	511	314	497,5	331	98	109,5	316,5	95	315
24	175	363,5	146,5	363,5	49	277	141	278,5	148	74	478	353	464,5	367,5	99	88	265,5	78	265
25	120,5	333	100	322,5	50	347	148	348	155,5	75	428,5	374,5	408	384	100	99,5	214,5	98,5	209

f:frame

**ENGELLİ ORTAM**

## **EK D Engelli Ortam 1. Deney Verileri**

Ek D Engelli Ortam Birinci Deney Gerçek ve Tahmini Piksel Değerleri

Frame#	centerx	centery	guessx	guessy	frame#	centerx	centery	guessx	guessy	frame#	centerx	centery	guessx	guessy	frame#	centerx	centery	guessx	guessy
1	0	0	0	0	26	458	155,5	434	176	51	163,5	332	186	372	76	540,5	225	534	245
2	271	182	0	0	27	399,5	144,5	374,5	170	52	225,5	361,5	251,5	392	77	506,5	187,5	497	197,5
3	452	374	0	0	28	333	139	304,5	165	53	275,5	365	296	393	78	463,5	157,5	444	178,5
4	512	352	0	0	29	260,5	137	233,5	165	54	415	373	429,5	400	79	412,5	145,5	384	170
5	541,5	304,5	0	0	30	194	147,5	175,5	189,5	55	454,5	370,5	476,5	393,5	80	347,5	140,5	314,5	166,5
6	546	247	0	0	31	145,5	191	135,5	232,5	56	506,5	356,5	524,5	372,5	81	275	136,5	243	163,5
7	525	187,5	0	0	32	122	238,5	124,5	288	57	539,5	314	548	319	82	205,5	145	181,5	182,5
8	483,5	166	0	0	33	139	297	150,5	343	58	548,5	259	548,5	265,5	83	154,5	175,5	138,5	230,5
9	430	148,5	0	0	34	182	344,5	204,5	382	59	530	217,5	524	217,5	84	123	230,5	123	284
10	370,5	142,5	0	0	35	247,5	364,5	268,5	393,5	60	493	170	479,5	187,5	85	128	282,5	146,5	338,5
11	300,5	137,5	300,5	137,5	36	292	365,5	352	396	61	440	151	420,5	174	86	163	333,5	200,5	378,5
12	229,5	137,5	229,5	137,5	37	425,5	372,5	441	400,5	62	380	142,5	359	168,5	87	227,5	361	263	394
13	171,5	162	171,5	162	38	472,5	366	497,5	385,5	63	310,5	139	286,5	164	88	276	365	344,5	397,5
14	131,5	205	131,5	205	39	520,5	345	534,5	353	64	239	136	217	169,5	89	417,5	372,5	437,5	400
15	120,5	260,5	120,5	260,5	40	544	291,5	554	302	65	177,5	155	162	205	90	457,5	369,5	489	388,5
16	146,5	315,5	146,5	315,5	41	544,5	238	542	245	66	134,5	203	129	251	91	507	357,5	531	360
17	200,5	354,5	200,5	354,5	42	520	190	510,5	209,5	67	119	256,5	132,5	308,5	92	538	316	552	309
18	264,5	366	264,5	366	43	475,5	160	462	183	68	142,5	311	167,5	359,5	93	549,5	260	544,5	252,5
19	348	368,5	348	368,5	44	416,5	146,5	403,5	172	69	196,5	351	229,5	389	94	533	197,5	510,5	215
20	437	373	437	373	45	355	141	337	166,5	70	259	366,5	279,5	392,5	95	497,5	169	467,5	185
21	493,5	358	493,5	358	46	282,5	136,5	264,5	164,5	71	340,5	370	419	400,5	96	445,5	152	416,5	173
22	530,5	325,5	530,5	325,5	47	213	142	198	175	72	433,5	372,5	458,5	398	97	390	143	351,5	168
23	550	274,5	550	274,5	48	158	177,5	149,5	218,5	73	485	361	510,5	384	98	321,5	139	279	164
24	538	217,5	529	215	49	125	223,5	126	266	74	527	332,5	543,5	341,5	99	248,5	136	209,5	172,5
25	506,5	182	487,5	193,5	50	128,5	281	143	324,5	75	548	281,5	552,5	286,5	100	186,5	154	158,5	203

f:frame

## **EK E Engelli Ortam 2. Deney Verileri**



Ek E Engelli Ortam İkinci Deney Gerçek ve Tahmini Piksel Değerleri

Frame#	centerx	centery	guessx	guessy	frame#	centerx	centery	guessx	guessy	frame#	centerx	centery	guessx	guessy	frame#	centerx	centery	guessx	guessy
1	0	0	0	0	26	323,5	139	292	167	51	285,5	367,5	297	394,5	76	418	148,5	421,5	176,5
2	327	189,5	0	0	27	248	136	220	169	52	423	372,5	425	400,5	77	356,5	142	357	169
3	442	183,5	0	0	28	183	151,5	164	202,5	53	466	366,5	479,5	391	78	282,5	137,5	284	165,5
4	542	244,5	0	0	29	136	198	128,5	245,5	54	512,5	345,5	523	367	79	210	144	211	171,5
5	520,5	195,5	0	0	30	115,5	252	126	302,5	55	538,5	297	545,5	316	80	153,5	175,5	155,5	203,5
6	477,5	166	0	0	31	138	308,5	157	355	56	541,5	244	541,5	259,5	81	120,5	225,5	122,5	258,5
7	424	149	0	0	32	185	349	213	387	57	520,5	195	508,5	211,5	82	126	285	129,5	316
8	361	142	0	0	33	251	365,5	269	395,5	58	478	166	468,5	188	83	161,5	337	165,5	365
9	288,5	139	0	0	34	293,5	366,5	357	396,5	59	418	148,5	413	175	84	226	364	233	391,5
10	216,5	141	0	0	35	421,5	372,5	442	400,5	60	353,5	141	344,5	169	85	278,5	366	282,5	394
11	160,5	174,5	160,5	174,5	36	476	363	499	387,5	61	280,5	137,5	269	167	86	415	372,5	418,5	400,5
12	125	217,5	125	217,5	37	519,5	339	533,5	351	62	207,5	143,5	199,5	177	87	460,5	368,5	465	398
13	122,5	274,5	122,5	274,5	38	542	288	549	300,5	63	152	175,5	148	216	88	511,5	351,5	516,5	379,5
14	153,5	327	153,5	327	39	538	231,5	536,5	240,5	64	119	230,5	123	266,5	89	537,5	302,5	541,5	330,5
15	209,5	359	209,5	359	40	505	183,5	498	207	65	126	288	135,5	323,5	90	542	244,5	545,5	272,5
16	265,5	367,5	265,5	367,5	41	465	160	451,5	183	66	162	337	175	370,5	91	518	195,5	524	223,5
17	353,5	368,5	353,5	368,5	42	409,5	147	398	172,5	67	229,5	363,5	242	393,5	92	474	163	480	191
18	438,5	372,5	438,5	372,5	43	341	141	327	167	68	279	366	289	395,5	93	420	148,5	421,5	176,5
19	495,5	359,5	495,5	359,5	44	265,5	139	251,5	164	69	415	372,5	426,5	400,5	94	356	141,5	360	170
20	530	323	530	323	45	196	149	186,5	179,5	70	461,5	370	469,5	394,5	95	283	139	286	165,5
21	545,5	272,5	545,5	272,5	46	144,5	188	139,5	226	71	513	351,5	516	373,5	96	211	142	213,5	172
22	533	212,5	524	223,5	47	119,5	238,5	119	280	72	538	302,5	542	325	97	156	174,5	157	203,5
23	494,5	179	481	194	48	132	295,5	141,5	336,5	73	542	244,5	545	272	98	121,5	224,5	124	253,5
24	448	155	427,5	177	49	171,5	342,5	188,5	377	74	520,5	195,5	524	223	99	122,5	280	129,5	313
25	394,5	144,5	364,5	170	50	238,5	365,5	254,5	393,5	75	476,5	163	481,5	194	100	155	332,5	165	365

f:frame

### **EK F Engelli Ortam 3. Denev Verileri**

Ek F Engelli Ortam Ucuncu Deney Gercek ve Tahmini Piksel Değerleri

Frame#	centerx	centery	guessx	guessy	frame#	centerx	centery	guessx	guessy	frame#	centerx	centery	guessx	guessy	frame#	centerx	centery	guessx	guessy
1	0	0	0	0	26	458	155,5	434	176	51	163,5	332	186	372	76	540,5	225	534	245
2	271	182	0	0	27	399,5	144,5	374,5	170	52	225,5	361,5	251,5	392	77	506,5	187,5	497	197,5
3	452	374	0	0	28	333	139	304,5	165	53	275,5	365	296	393	78	463,5	157,5	444	178,5
4	512	352	0	0	29	260,5	137	233,5	165	54	415	373	429,5	400	79	412,5	145,5	384	170
5	541,5	304,5	0	0	30	194	147,5	175,5	189,5	55	454,5	370,5	476,5	393,5	80	347,5	140,5	314,5	166,5
6	546	247	0	0	31	145,5	191	135,5	232,5	56	506,5	356,5	524,5	372,5	81	275	136,5	243	163,5
7	525	187,5	0	0	32	122	238,5	124,5	288	57	539,5	314	548	319	82	205,5	145	181,5	182,5
8	483,5	166	0	0	33	139	297	150,5	343	58	548,5	259	548,5	265,5	83	154,5	175,5	138,5	230,5
9	430	148,5	0	0	34	182	344,5	204,5	382	59	530	217,5	524	217,5	84	123	230,5	123	284
10	370,5	142,5	0	0	35	247,5	364,5	268,5	393,5	60	493	170	479,5	187,5	85	128	282,5	146,5	338,5
11	300,5	137,5	300,5	137,5	36	292	365,5	352	396	61	440	151	420,5	174	86	163	333,5	200,5	378,5
12	229,5	137,5	229,5	137,5	37	425,5	372,5	441	400,5	62	380	142,5	359	168,5	87	227,5	361	263	394
13	171,5	162	171,5	162	38	472,5	366	497,5	385,5	63	310,5	139	286,5	164	88	276	365	344,5	397,5
14	131,5	205	131,5	205	39	520,5	345	534,5	353	64	239	136	217	169,5	89	417,5	372,5	437,5	400
15	120,5	260,5	120,5	260,5	40	544	291,5	554	302	65	177,5	155	162	205	90	457,5	369,5	489	388,5
16	146,5	315,5	146,5	315,5	41	544,5	238	542	245	66	134,5	203	129	251	91	507	357,5	531	360
17	200,5	354,5	200,5	354,5	42	520	190	510,5	209,5	67	119	256,5	132,5	308,5	92	538	316	552	309
18	264,5	366	264,5	366	43	475,5	160	462	183	68	142,5	311	167,5	359,5	93	549,5	260	544,5	252,5
19	348	368,5	348	368,5	44	416,5	146,5	403,5	172	69	196,5	351	229,5	389	94	533	197,5	510,5	215
20	437	373	437	373	45	355	141	337	166,5	70	259	366,5	279,5	392,5	95	497,5	169	467,5	185
21	493,5	358	493,5	358	46	282,5	136,5	264,5	164,5	71	340,5	370	419	400,5	96	445,5	152	416,5	173
22	530,5	325,5	530,5	325,5	47	213	142	198	175	72	433,5	372,5	458,5	398	97	390	143	351,5	168
23	550	274,5	550	274,5	48	158	177,5	149,5	218,5	73	485	361	510,5	384	98	321,5	139	279	164
24	538	217,5	529	215	49	125	223,5	126	266	74	527	332,5	543,5	341,5	99	248,5	136	209,5	172,5
25	506,5	182	487,5	193,5	50	128,5	281	143	324,5	75	548	281,5	552,5	286,5	100	186,5	154	158,5	203

f:frame

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : GÜL, Gökay Gökser  
Uyruğu : T.C.  
Doğum tarihi ve yeri : 02.01.1982 Ankara  
Medeni hali : Bekar  
Telefon : 0 (312) 472 18 38  
Faks : 0 (312) 472 18 50  
e-mail : [gokser@gmail.com](mailto:gokser@gmail.com)

### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Atılım Üniversitesi/Bilgisayar Mühendisliği	2005

### İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2004	Sabancı Telekom	Sistem Destek Uzmanı
2005-2006	K.T.B.K	Yedek Subay
2006-2008	Inteltek A.Ş.	Sistem Uyg. Uzmanı
2008-	Servus A.Ş.	Sistem Mühendisi

### Yabancı Dil

İngilizce

### Yayımlar

Evaluation of Organizations in terms of e-government Maturity Indexes: An Implementation (TBD 21. Ulusal Konferansı)